

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ESTUDIO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN
MINERAL EN EL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quínoa*) VAR. SALCEDO - INIA
VALLE MEDIO PIURA – DISTRITO DE CASTILLA
– PIURA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Br. SAYBY NUBELÍZ BERRÚ CHININÍN

PIURA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ESTUDIO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN
EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) VAR.
SALCEDO - INIA VALLE MEDIO PIURA – DISTRITO DE
CASTILLA – PIURA”**

TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA PARA
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ING. MIGUEL GALECIO JULCA M.Sc.
ASESOR**

**Br. SAYBY NUBELÍZ BERRÚ CHININÍN
TESISTA**

**PIURA – PERÚ
2018**

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

Yo: **Br. SAYBY NUBELÍZ BERRÚ CHININÍN**, identificada con DNI N° 47008187, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en Calle Paíta 13 - Catilla, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Celular: 978678583

Correo: say.bch@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Julio del 2018.

.....
DNI N° 47008187



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

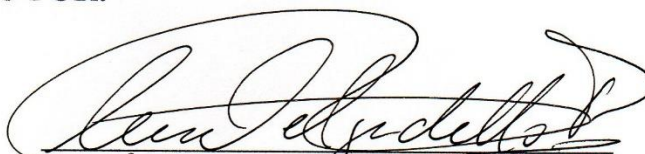
**“ESTUDIO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN
EL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) VAR. SALCEDO
- INIA VALLE MEDIO PIURA – DISTRITO DE CASTILLA –
PIURA”**

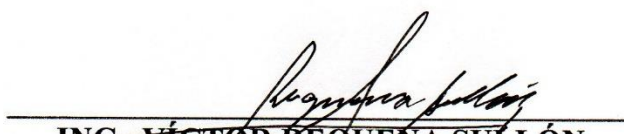
TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. SAYBY NUBELÍZ BERRÚ CHININÍN

APROBADO POR:


Dr. CÉSAR DELGADILLO FUKUSAKI
PRESIDENTE


ING. VÍCTOR REQUENA SULLÓN
VOCAL


ING. RICARDO PEÑA CASTILLO MSc.
SECRETARIO

PIURA – PERÚ
2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS 019-2016-CIAFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "ESTUDIO DE LOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN MINERAL en el cultivo DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) VAR. SALCEDO - INIA VALLE MEDIO PIURA - DISTRITO DE CASTILLA - PIURA", conducido por la BR. SAYBY NUBELÍZ BERRÚ CHININÍN, asesorado por el Ing. Miguel A. Galecio Julca MSc.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, la declaran APROBADA, en consecuencia queda en condiciones de ser calificada APTA para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 16 de Diciembre del 2016.

Dr. Cesar Delgadillo Fukusaki
Presidente

Ing. Victor Requena Sullón
Vocal

Ing. Ricardo Peña Castillo MSc.
Secretario

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este momento y haberme dado salud y fuerzas para lograr mis objetivos, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres.

Samuel Berrú Saavedra y Luz Marleny Chinín Zegarra por darme la vida, haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por todo su sacrificio y su amor.

A mi hijo.

Mathias Quiroz Berrú por ser el motivo e impulso para mi superación cada día.

A todas las personas que forman parte de mi vida y que me apoyaron para terminar este proceso.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

Agradezco en primer lugar a Dios, quien nos dio la vida y me ha llenado de bendiciones en todo este tiempo, a él, que con su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar la carrera universitaria.

Al Ing. Miguel A. Galecio Julca MSc.; Asesor, y gran colaborador de esta Tesis por su valioso aporte en la formulación y ejecución y por su permanente asesoramiento y enseñanzas en mi formación humana y académica.

Con todo cariño a mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para darme una profesión y hacer de mí una persona de bien, gracias por los sacrificios y la paciencia que demostraron todos estos años; gracias a ustedes he llegado a donde estoy.

A los señores miembros del Jurado calificador por sus aportes en el enriquecimiento del presente trabajo y a todos mis profesores de quienes siempre guardaré un grato recuerdo por sus enseñanzas y amistad que me brindaron.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

RESUMEN

Con la finalidad de generar información en el cultivo de quinua en suelos de la costa norte, se planificó el presente trabajo de investigación cuyos objetivos fueron: determinar el efecto de dosis de Nitrógeno y Fosforo en el cultivo de Quinua variedad Salcedo en el campo de estudio; determinar el efecto de la interacción de Nitrógeno y Fosforo sobre el cultivo y determinar la dosis óptima económica para el nitrógeno con y sin fertilización fosforada. Las dosis de fertilizantes empleadas fueron 30, 60, 90 y 120 kg N/ha con 0 kg P₂O₅/ha y con 50 kg P₂O₅/ha obteniendo ocho tratamientos en estudio.

Los resultados de este trabajo fueron:

Los más altos rendimientos para la variedad de quinua Salcedo fueron de 2873.0 kg/ha de grano, que se obtuvieron con el tratamiento 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha, seguido del tratamiento 60 Kg N/ha – 50 kg P₂O₅ 2861.8 kg/ha de grano que obtuvo 2861.8 kg/ha de grano y 2650.3 kg/ha de grano que se obtuvo con el tratamiento 120 kg N/ha – 60 kg P₂O₅/ha, superando estadísticamente a los demás tratamientos en estudio. Las características morfo productivas que incidieron significativamente sobre el rendimiento de grano fueron la longitud de panoja y el peso de mil granos. Las mayores relaciones Beneficio/Costo (B/C) se obtuvieron con los tratamientos 60 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha (B/C = 2.46), 90 Kg N/ha – 50 kg P₂O₅ (B/C = 2.40) y 120 kg N/ha – 60 kg P₂O₅/ha, (B/C = 2.07). La dosis óptima económica sin aplicación de fósforo fue de 85.9 kg N/ha, que logró un incremento en las utilidades de 3692 soles con respecto al tratamiento base (30 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha). Con aplicación de 50 kg P₂O₅/ha, la dosis óptima económica también fue de 85.9 kg N/ha pero logró un incremento en las utilidades de 8609.75 soles con respecto al tratamiento base (30 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha).

Palabras claves: Cultivo de grano, Fertilización fosforada, Rendimiento de grano.

SUMMARY

With the purpose of generating information about the quinoa cultivation in soils of the north coast, there was planned the present research which aims were: to determine the effect of dose of Nitrogen and I Phosphorate in Quinoa's culture in Salcedo variety in the field of study; to determine the effect of the interaction of Nitrogen and I Phosphorate on the culture and to determine the ideal economic dose for the nitrogen with and without phosphoreted fertilization. The doses of fertilizers used were 30, 60, 90 and 120 kg N/ha with 0 kg P₂O₅/ha and with 50 kg P₂O₅/ha obtaining eight treatments in study.

The results of this research were:

The highest performances for the variety of Salcedo quinoa were of 2873.0 kg/ha of grain, which were obtained with the treatment of 90 kg N/ha - 50 kg P₂O₅/ha, followed by the treatment of 60 Kg N/ha - 50 kg P₂O₅ 2861.8 kg/ha of grain that obtained 2861.8 kg/ha of grain and 2650.3 kg/ha of grain that obtained with the treatment of 120 kg N/ha - 60 kg P₂O₅/ha, overcoming statistically to other treatments in study. The characteristics morfo productive that affected significantly on the performance of grain were the length of cob and the weight of thousand grains. The major relations Benefit / cost (B/C) obtained with the treatments of 60 kg N/ha - 50 kg P₂O₅/ha (B/C = 2.46), 90 Kg N/ha - 50 kg P₂O₅ (B/C = 2.40) and 120 kg N/ha - 60 kg P₂O₅/ha, (B/C = 2.07).

The ideal economic dose without application of phosphorus was of 85.9 kg N/ha, which achieved an increase in the usefulness of 3692.00 new soles with regard to the treatment bases (30 kg N/ha - 0 kg P₂O₅/ha). With application of 50 kg P₂O₅/ha, the ideal economic dose also was of 85.9 kg N/ha but it achieved an increase in the usefulness of 8609.75 Suns with regard to the treatment base (30 kg N/ha - 50 kg P₂O₅/ha).

Keywords: Quinoa cultivation, Phosphoreted fertilization, Performance of grain.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Del cultivo	4
2.2. Origen de la quinua	4
2.3. Factores ambientales	5
2.4. Requerimientos de nutrientes	8
2.5. Niveles de fertilización	9
2.6. Insumos, fuentes para la fertilización orgánica	10
2.7. Fertilización	11
2.8. De la variedad	12
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación del campo experimental	14
3.2. Ubicación geográfica	14
3.3. Duración del experimento	14
3.4. Materiales, insumos y herramientas	15
3.4.1. Material de escritorio	15
3.4.2. Material de campo	15
3.5. Métodos y procedimientos	16
3.5.1. Análisis de suelos	16

3.5.2. Condiciones climáticas	16
3.6. Procedimientos para el manejo del cultivo	16
3.6.1. Preparación del suelo	16
3.6.2. Siembra	17
3.6.3. Riegos	17
3.6.4. Deshierbos	17
3.6.5. Fertilización	18
3.6.6. Plagas y enfermedades	18
3.6.7. Cosecha	18
3.7. Tratamientos en estudio	19
3.8. Diseño experimental	19
3.9. Modelo aditivo lineal	19
3.10. Características del campo experimental	20
3.11. Observaciones experimentales	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Análisis de suelo	23
4.2. Observaciones meteorológicas	25
4.3. Rendimiento de grano, kg/ha	27
4.4. Altura de planta, cm	31
4.5. Longitud de panoja, cm	34
4.6. Diámetro de tallo, cm	37
4.7. Peso de mil granos, gramos	40

4.8.	Área foliar, dm ²	43
4.9.	Materia seca por planta, gramos	46
4.10.	Días al inicio de la floración	49
4.11.	Período vegetativo	49
4.12.	Análisis económico	49
CAPÍTULO V.	CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO VI.	RECOMENDACIONES	57
CAPÍTULO VII.	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXO	61

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TÍTULO	Pág.
01	Tratamientos en estudio	19
02	Análisis físico químico del suelo	24
03	Datos meteorológicos durante la fase experimental	26
04	ANVA para rendimiento de grano de quinua (kg/ha)	27
05	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de grano, kg/ha	28
06	ANVA para altura de planta, cm	31
07	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos sobre altura de planta, cm	32
08	ANVA para longitud de panoja, cm	34
09	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos en estudio sobre longitud de panoja, cm	35
10	ANVA para diámetro de tallo, cm	37
11	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos en estudio sobre el diámetro de tallo, cm	38
12	ANVA para peso de mil grano, gramos	40

13	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos en estudio sobre peso de mil granos, gramos	41
14	ANVA para área foliar en dm^2	43
15	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos en estudio sobre el área foliar, dm^2	44
16	ANVA para materia seca por planta, gramos	46
17	Prueba de Duncan $_{0.05}$ para el efecto de los tratamientos en estudio sobre materia seca por planta, gramos	47
18	Análisis económico para los diferentes tratamientos	50
19	Análisis económico para las diferentes dosis de nitrógeno en estudio, sin aplicación de fósforo utilizando la ecuación de respuesta	52
20	Análisis económico para las diferentes dosis de nitrógeno en estudio, con aplicación de fósforo utilizando la ecuación de respuesta	54
21	Cuadro resumen de los cuadrados medios y significación estadística de las diferentes observaciones experimentales	62

22	Cuadro resumen de las pruebas de Duncan 0.05 para las diferentes observaciones experimentales	63
23	Rendimiento de grano, kg/ha	64
24	Altura de planta, cm	65
25	Longitud de panoja, cm	66
26	Diámetro de tallo, cm	67
27	Peso de mil granos, gramos	68
28	Área foliar, dm ²	69
29	Materia seca por planta, gramos	70

LISTA DE GRÁFICOS

N°	TÍTULO	Pág.
01	Efecto de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de grano de trigo, kg/ha	30
02	Efecto de los diferentes tratamientos sobre la altura de planta, cm	33
03	Efecto de los diferentes tratamientos sobre longitud de panoja, en cm.	36
04	Efecto de los diferentes tratamientos sobre el diámetro de tallo, en cm	39
05	Efecto de los diferentes tratamientos sobre el peso de mil granos, gramos	42
06	Efecto de los diferentes tratamientos sobre el área foliar por planta, en dm ²	45
07	Efecto de los diferentes tratamientos sobre materia seca, (gramos/planta).	48
08	Análisis económico para las diferentes dosis de nitrógeno en estudio, sin aplicación de fósforo, utilizando la ecuación de respuesta.	53
09	Análisis económico para las diferentes dosis de nitrógeno en estudio, con aplicación de fósforo, (50 kg P ₂ O ₅ /ha), utilizando la ecuación de respuesta.	55

CROQUIS

01	Croquis del campo experimental
----	--------------------------------

71

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación pretende generar información a partir de un ensayo en el distrito de Castilla- Medio Piura, teniendo conocimiento de la importancia que tiene el cultivo de quinua, el cual es un cultivo que proporciona un grano de propiedades alimenticias extraordinarias, originario de los Andes Bolivianos y peruanos, se ha tomado en cuenta la procedencia de la semillas con el propósito de elaborar un estudio con el objeto de proponer la introducción del cultivo del referido grano en nuestro país.

La reconversión agrícola en la sierra de Piura, pasa por investigar en primera instancia para la introducción de un nuevo cultivo, especialmente de un grano por lo tanto habrá que realizar estudios y ensayos en los cuales será necesario hacerlos partícipes los productores locales.

Como un producto alimenticio, la quinua tiene grandes beneficios; estos podrían ser muy bien aprovechados en las comunidades donde actualmente se están viviendo los reveses del bienestar y del desarrollo, producto de causas naturales y que se palpan en lo que es el hambre, la desnutrición, las diarreas y otra gran variedad de enfermedades sufridas por la población más vulnerable, los niños y los ancianos.

La producción y la calidad de los productos alimenticios guarda una estrecha relación en la preservación de la salud humana; de allí que la obtención de cosechas debe garantizarse un manejo agronómico sostenido con insumos orgánicos que permite obtener productos sanos.

El área sembrada de quinua a nivel nacional es de 35,475 ha con un volumen de producción de 41,182 toneladas. Los rendimientos obtenidos en el 2011, en campo son muy bajos siendo el promedio nacional 1161 kg/ha estos rendimientos solo alcanza para la el consumo familiar lo que crea problemas de pobreza y desnutrición. Entonces incrementar los rendimientos tiene que ver con mejorar la tecnología del cultivo y desarrollar variedades más productivas.

El presente trabajo, busca identificar los requerimientos nutricionales del cultivo de quinua en el Valle Medio Piura, además de determinar una adecuada dosis de fertilización para quinua en Piura. Y la capacidad de asimilación de nutrientes del suelo y proporcionados por el agricultor, una herramienta para la ejecución de un plan de fertilización acorde con la calidad de producto de demanda internacional.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- “Estudiar los niveles de fertilización mineral en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad Salcedo, valle medio Piura – distrito de Castilla – Piura”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar el efecto de dosis de Nitrógeno y Fosforo en el cultivo de Quinua en el campo de estudio.
2. Determinar el efecto de la interacción de Nitrógeno y Fosforo sobre el cultivo de quinua.
3. Determinar la dosis optima económica para el nitrógeno con y sin fertilización fosforada.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DEL CULTIVO

La quinua está ubicada taxonómicamente de la siguiente forma

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Caryophyllales
Familia	:	Amaranthaceae
Subfamilia	:	Chenopodioideae
Tribu	:	Chenopodieae
Género	:	<i>Chenopodium</i>
Especie	:	<i>Chenopodium quinoa</i> Wild.

2.2. ORIGEN DE LA QUINUA

WILSON (1976), considera que la quinua se habría originado en el hemisferio norte (México y Estados Unidos), en base a estudios de los *Chenopodium* cultivados, concluyendo que *Ch. nuttalliae* y *Ch. quinoa*, son con específicos distintos, pero con específicos con sus formas silvestres acompañantes, sugiriendo cambios en la nomenclatura existente, como son incluir dentro de *Ch. quinoa* las diferentes subespecies de *Ch. hircinum* y a la especie mexicana cultivada reducirla como una subespecie de *Ch.*

berlandierii, del mismo modo sugiere que la quinua se habría derivado directamente de algún tipo silvestre en los Andes.

WILSON y HEISER (1979), manifiestan que Ch. quinoa habría evolucionado independientemente en Sudamérica sin influencia de las especie del Norte, siendo los posibles progenitores Ch. hircinum de tierras bajas o una especie silvestre extinguida de los Andes, que pudo haber sido desplazada o asimilada por el acompañante silvestre.

Sin embargo, **GANDARILLAS (1979) y MUÑOZ (1990.)**, indican que la quinua es originaria del altiplano que comparten Perú y Bolivia, ya que dichas áreas se encuentran la mayor diversidad de plantas cultivadas y parientes silvestres.

2.3. FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LA QUINUA.

El crecimiento y desarrollo de la quinua está determinado por la genética de la planta, por las condiciones ambientales a las que está expuesta y por factores bióticos (plagas, enfermedades y plantas extrañas que están combinadas con el cultivo). Tres son los factores ambientales más importantes son la radiación solar, la temperatura y la humedad del suelo.

Radiación Solar: la quinua muestra una amplia adaptación a diferentes fotoperiodos desde de días cortos hasta su florecimiento que se da en zonas cercanas a la línea ecuatorial hasta la insensibilidad de la luz para su desarrollo en Chile.

Precipitación: requiere de 300 a 1000 mm de agua durante su período vegetativo en general crece bien en una buena proporción de lluvia durante su crecimiento y desarrollo y condiciones de sequedad, especialmente maduración y cosecha.

Altitud: crece desde el nivel del mar del Perú hasta 4000 m.s.n.m. de los andes del Sur. Pero la mayor predominancia del cultivo esta entre los 2000 a 4000 m.s.n.m.

Temperaturas: tolera una amplia gama de climas. La planta no se ve afecta por climas fríos en cualquier etapa de desarrollo excepto de la floración. Las flores son sensibles al frío (esterilización de polen). Una temperatura media de 10 – 18 °C y oscilación térmica de 5 a 7 °C son los más adecuados.

Suelo: puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varia de 6 a 8.5 prefiere los suelos franco arenoso con buen drenaje ricos en nutrientes especialmente en nitrógeno. Es susceptible al exceso de humedad en sus primeros estadios. Se ha observado producciones aceptables en suelos arenosos con déficit de humedad. **(MUJICA 1993).**

pH: La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo. Se ha observado que da rendimientos buenos en suelos alcalinos de hasta 9n de PH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrado el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú.

Estudios efectuados al respecto indican que el pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua; sin embargo recomienda utilizar el genotipo mas adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de esta planta.

Clima: En cuanto al clima, la quinua por ser una planta muy plásticas y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frio y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas de cordilleras con grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada uno de las condiciones climáticas.

Agua: En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C₃, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar al déficit de humedad, si no tolerar y resistir la falta de humedad en el suelo .

En general, la quinua prospera con 250 a 500 mm anuales en promedio, en caso de utilizar riegos estos deben ser suministrados en forma periódica y ligeros, utilizando poco volumen de agua y con frecuencia de cada 10 días, considerando al riego como siembras, o cuando se presenten severas sequias.

En lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40% en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa. Esta alta humedad relativa facilita que prosperen con

mayor rapidez las enfermedades fungosas por lo que recomienda sembrar variedades resistentes.

En el caso de utilizar riego tecnificado, es necesario hacer los ajustes del caso en la forma y densidad de siembra, así como en la frecuencia y caudales de riego. **(CARDENAS, GARY. 1999).**

2.4. REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE QUINUA

A pesar de que todos los suelos poseen cierta fertilidad natural que le es característica, a la larga, se ve disminuidas sus reservas alimenticias por la razón de las continuas extracciones que afectan las cosechas, lo que se traduce en un real y evidente empobrecimiento para aumentar el rendimiento productivo de las cosechas **(DÍAZ, 1991).**

Nitrógeno: BUCARÁN, (1996). En todas las plantas, el nitrógeno desempeña el papel de regulador en la asimilación de fosforo, potasio y otros elementos con que su función principal es la de estimular el crecimiento vegetativo. Su deficiencia se manifiesta con un crecimiento lento, tomándose las hojas amarillentas, comenzando a secarse las puntas. Este elemento se encuentra succulenta, suavidad, turgencia y, es absorbido en gran cantidad por las plantas y muy móvil en el suelo, en comparación con el fosforo y potasio.

Fosforo: THOMPSON, (1962) considera que el Fósforo es un elemento que da fortaleza a los tallos, esto es notorio en los cereales, lo cual evita el encamado, daño producido en las plantas con deficiencia de este elemento.

GROSS (1982) señala que el fósforo siendo un elemento que se moviliza en el suelo como otros nutrientes, las plantas lo absorben por contacto de sus raíces en el complejo coloidal. El fósforo del suelo sufre diferentes cambios que afectan su disponibilidad y es influenciada por múltiples factores como: la temperatura, pH, tipo de arcilla, materia orgánica, naturaleza de fertilizantes, la textura, etc. El fósforo es factor de crecimiento, precocidad, un elemento de calidad fundamentalmente verdadero complemento de nitrógeno cuya acción sobre la cantidad es predominante. **THOMPSON, (1962)**, indica que el fósforo es absorbido en forma de ion monovalente, ortofosfato H_2PO_4 , conocido como fosfato, es uno de los principales aniones absorbidos por la planta; un suelo ácido tiende a acumular más fósforo orgánico.

Potasio: (BUCKMAN, 1966), la presencia de potasio en las plantas ejerce un aspecto compensador para la mejor asimilación del nitrógeno y fósforo y una cantidad de potasio disponible. Tiene una relación con el vigor del crecimiento de las plantas, aumenta la resistencia de las plantas a las heladas y enfermedades criptogámicas. El potasio disminuye la transpiración de las plantas, y este hecho permite economizar el agua, asegurando por consiguiente, una mejor resistencia de las plantas a la sequía.

2.5. NIVELES DE FERTILIZACIÓN

La quinua tiene dos factores de interés en el cultivo: valor nutritivo y adaptación remarcable a condiciones estresantes de suelo y agua.

CARE, 2012, según el ritmo de absorción de macronutrientes, durante el periodo de crecimiento de la planta, hay épocas donde los nutrientes son

absorbidos con mayor intensidad; esto ocurre hasta el segundo mes, y luego alrededor de los 100 días después de la siembra. Estas épocas coinciden con las etapas de mayor desarrollo y de máxima acumulación de materia seca del cultivo.

En trabajos realizados en Patacayama – Bolivia, sobre fertilización fraccionada de nitrógeno en quinua, (**BALLON, 1976**), encontró que el mayor rendimiento se obtuvo utilizando 80 kg/Ha de Nitrógeno, fraccionada en 20% a la siembra, 20% después de la germinación, 20% antes de la floración y 20% después de la floración.

MARTÍNEZ, 2015, en un estudio comparativo de diez variedades de quinua en la provincia de Huancabamba, (Piura) donde se incluyó a la variedad Salcedo INIA reporta rendimientos para esta variedad de 2773.42 kg/ha con una fertilización de 350 kg/ha de fosfato di amónico (18-46) que representa una dosis de 63 kg N/ha y 161 kg P₂O₅/ha.

2.6. INSUMOS, FUENTES PARA LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La incorporación de estiércol en la época de roturación de suelos varía entre 4 a 10 t/ha, conforme se trate de aplicación en el sistema de hoyos, surcos y voleo. Cuando se utiliza compost está determinado que incorporando 300 gr./ hoyo se utiliza hasta 2.1 t./Ha. El uso de abono orgánico se puede calificar todavía de moderado, sin embargo la tendencia es al aumento paulatino.

AGROBANCO, (2011), en la región altiplánica se usa la fórmula de abonamiento 80 - 40 – 00 por que los suelos son bajos en nitrógeno y fósforo y muy alto en potasio, por lo que no se recomienda fertilizara con potasio. La cantidad de nutriente a aplicar depende de la aplicación de la materia orgánica, la aplicación, se realiza en partes, al momento de la siembra, después del deshierbo y antes del aporque

INIA, 2013. La capacitación técnica estuvo a cargo del Ing. Roberto Alvarado Rodríguez, especialista del INIA, quien disertó sobre las labores de desahijé, fertilización y riego, así como sobre el manejo de plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Señalan que los rendimientos en costa pueden llegar hasta las 4 toneladas por hectárea con tecnologías de manejo medias y altas.

Respecto a la época recomendada para el cultivo de quinua en costa es entre Junio y Octubre, pues ello permite evitar las fuertes temperaturas de las épocas de verano. Sumado a ello mencionó que las variedades tardías de quinua, como la Quillahuamán INIA, Blanca Junín y Hualhuas, son apropiadas para esta época.

2.7. FERTILIZACIÓN

INIA (1999), el nivel recomendado para la variedad Salcedo en el altiplano es de 60 – 40 – 00 de N, P₂O₅, K₂O y para la Costa de 200 – 180 – 80 de N, P₂O₅, K₂O complementado con estiércol descompuesto entre 8 a 10 t /ha.

TINEO (1999), citado por CARE, 2012, el rendimiento máximo de la variedad Blanca de Junín fue de 1,143 kg/ha en la localidad de Manallasap se alcanzó utilizando 102-72-96 de N, P₂O₅ y K₂O.

MEJÍA (2010), citado por CARE, 2012 para un rendimiento óptimo 3598 kg/Ha para la variedad blanca de Junín se determinó que se requiere 117-98-78 de N, P₂O₅ y K₂O.

MEJÍA 2010, citado por CARE, 2012 los mejores rendimientos en el cultivo de quinua var Blanca Junín en Chontaca – Ococro –Ayacucho fueron con las dosis: 120 (N) -100 (P₂O₅) -80 (K₂O); 90 (N) - 75 (P₂O₅) - 60 (K₂O) y 60 (N) - 50 (P₂O₅) - 40 (K₂O), se obtuvieron los siguientes rendimientos: 3773.8 Kg/Ha; 3752.6 Kg/ha y 3655.8 Kg/ha respectivamente.

2.8. DE LA VARIEDAD

Origen: La quinua **SALCEDO INIA** se obtuvo por selección surco-panoja a partir de la introducción de material genético de la cruce de las variedades "Real Boliviana" × "Sajama" realizada en Patacaya. Material genético introducido a través del Programa Nacional de Cultivos andinos en el año 1989. Inicialmente se procedió a seleccionar plantas adecuadas para las condiciones agroecológicas de las áreas dedicadas al cultivo de quinua en el departamento de Puno; en las pruebas de rendimiento, estabilidad fenotípica, comprobación y producción de semilla básica de 1986 a 1995.

Descripción del Cultivar

Características morfológicas

Tipo de crecimiento : herbáceo

Porte de la planta : Erecto

Altura de la planta : 1.64 m

Color de axilas : No pigmentado

Presencia de estrías : Ausente

Color de tallo : Verde

Intensidad de color : Claro

Forma de panoja : Glomerulada

Longitud de panoja : intermedia

Color de grano : blanco

Tamaño de grano : Grande

Sabor de grano: dulce:(no requiere un lavado exigente).

Adaptación agroecológica

Según INIA (1999), la quinua se adapta a condiciones del altiplano, valles interandinos y costa; entre 1284 a 3950 msnm.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Región : Piura

Provincia : Piura

Distrito : Castilla

Valle : Medio Piura

Localidad : Campus Universitario Miraflores

3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Latitud Norte : 9428197

Longitud Este : 542385

Altura : 32 msnm. Aprox

Datum : PSAM' 56

3.3. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

Fecha de inicio : Febrero del 2015

Fecha de culminación : Junio del 2015

3.4. MATERIALES, INSUMOS Y HERRAMIENTAS

3.4.1. Material de escritorio

- Papel dina A4
- Folders manilla
- Lapiceros
- Lápices
- Pinceles
- Cuadernos
- Resaltadores
- Marcador de vidrio y plástico
- Encuadernaciones
- Fotocopias
- Impresiones
- Cartulinas
- Micas

3.4.2. Material de campo

- Semilla var. Salcedo
- Urea
- Fosfato diamónico
- Balanza
- Machetes
- Baldes
- Palanas

3.5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.5.1. Análisis de Suelos

Se muestrearon doce sub muestras de suelo a 30 cm de profundidad de toda el área del experimento, homogenizando el material y luego por el método del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de 1.0 kg de suelo, ésta muestra se llevó al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, para el análisis correspondiente. Las determinaciones, los métodos y resultados se indican en el cuadro 02.

3.5.2. Condiciones climáticas

Los datos meteorológicos durante el tiempo que duró la investigación fueron tomados de la estación meteorológica TUPAC AMARU, registrándose las siguientes variables climáticas: Temperatura máxima, media y mínima (C°); Porcentaje de humedad (%); Precipitación pluvial mensual (mm); Evaporación (mm) velocidad del viento (km/h). (Cuadro 03).

3.6 PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO DEL CULTIVO EN ESTUDIO

3.6.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

a. Aradura

Se limpió el terreno y se procedió a efectuar un pase de arado con tractor.

b. Machaco:

Luego se aplicó un riego “pesado”, labor propia antes de instalar el cultivo.

c. Gradeo:

Con el suelo “a punto” (en capacidad de campo) se efectuó el gradeo con grada pesada.

3.6.2. Siembra:

La semilla de la variedad Salcedo se sembró a un distanciamiento entre líneas de siembra de 0.80 m, en línea o chorro continuo. Luego, se hizo el desahije o entresaque a los 33 días de la siembra, dejando plantas aproximadamente cada 20 centímetros. Se sembraron cinco líneas por cada tratamiento.

3.6.3. Riegos:

Se aplicaron tres riegos incluido el riego de machaco, según cronograma de labores, cuadro 32.

3.6.4. Deshierbos:

Se efectuaron tres deshierbos para evitar la competencia de las malezas, con el cultivo por agua, luz, nutrientes, CO₂ y espacio, estos se realizaron en forma manual, a lampa.

3.6.5. Fertilización

Se efectuaron dos abonamientos:

a) Primer abonamiento N - P₂O₅

Según los tratamientos en estudio se aplicó el primer abonamiento a los 28 días después de la siembra utilizando el 50% de la dosis de nitrógeno (N) y 75% de la dosis de fosforo (P₂O₅). La aplicación fue a 10 cm de la planta.

b) Segundo abonamiento N - P₂O₅

El segundo abonamiento se realizó a los 54 días después de la siembra utilizando el 50% restante de la dosis de nitrógeno (N) y 25% restante de la dosis de fosforo (P₂O₅), a 10 cm de la planta.

3.6.6. Plagas y enfermedades:

La plaga que más incidencia tuvo fue el grillo y se utilizó Cypermex y Tracer para su control (100 cc/cilindro).

3.6.7. Cosecha.

Las plantas maduras fueron cortadas con segadora y amontonadas en gavillas de madera para que se complete su secado al sol en cinco a ocho días, para luego ser trilladas a mano.

3.7. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Los tratamientos en estudio para el presente trabajo de investigación se encuentran en el cuadro 01.

Los tratamientos en estudio fueron seis y se distribuyeron según el croquis 01 del anexo.

Cuadro 01 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

TRATAMIENTOS	Clave
Dosis 30 (N) – 0 (P ₂ O ₅)	T ₁
Dosis 30 (N) – 50 (P ₂ O ₅)	T ₂
Dosis 60 (N) – 0 (P ₂ O ₅)	T ₃
Dosis 60 (N) – 50 (P ₂ O ₅)	T ₄
Dosis 90 (N) – 0 (P ₂ O ₅)	T ₅
Dosis 90 (N) – 50 (P ₂ O ₅)	T ₆
Dosis 120 (N) – 0 (P ₂ O ₅)	T ₇
Dosis 120 (N) – 50 (P ₂ O ₅)	T ₈

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

En diseño experimental utilizado fue de Bloques Completamente Aleatorizados con cuatro repeticiones o bloques y ocho tratamientos.

3.9. MODELO ADITIVO LINEAL

Para este diseño estadístico, el modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la respuesta (variable de interés o variable medida)

μ : es la media general del experimento

β_i : es el efecto de las repeticiones (bloques)

t_j : es el efecto de tratamiento

ε_{ij} : es el error aleatorio asociado a la respuesta

3.10. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Largo unidad experimental	: 18 m
Ancho unidad experimental	: 5 m
Área neta cosechable: (2.4 m x 10 m)	: 24 m ²
Distanciamiento entre líneas	: 0.80 m
Surcos por unidad experimental	: 5
Surcos a evaluar	: 3
Separación entre unidades experimentales	: 1 m
Separación entre bloques	: 3 m
Área del Campo experimental (72 m x 40 m)	: 2880 m ² .

3.11. OBSERVACIONES EXPERIMENTALES

a. Rendimiento de grano, kg/ha.

Se realizó luego de dejar secar el grano en las parvas. Se cosecharon las tres líneas centrales de cada tratamiento y se corrigió el peso al 14% de humedad. Los resultados se expresaron en kg/ha.

b. Altura de planta, cm.

Previo a la cosecha (diez días antes) y en diez plantas previamente marcadas se midió desde el cuello de la planta hasta la yema terminal del tallo central, expresada en centímetros.

c. Longitud de panoja, cm.

En diez plantas previamente marcadas se midió la longitud de la panoja central en centímetros, para luego hallar el promedio de esta medición.

d. Diámetro de tallo, cm

Se realizó en las diez plantas marcadas, a un tercio de la altura del tallo desde el cuello de la planta, utilizando un vernier (pie de rey). Los resultados se promediaron y se expresaron en centímetros.

e. Peso de mil granos, gramos

De la cosecha obtenida en las diez plantas marcadas se tomaron cinco muestras de 1000 semillas por muestra, las cuales se pesaron en una balanza analítica, se promediaron y se expresaron en gramos.

f. Área foliar, dm²/planta

Se determinó en tres plantas por tratamiento; utilizando un “sacabocado” se tomaron tres hojas del tercio superior, medio e inferior por planta. En cada hoja se tomaron muestras del foliolo central, se pesaron y se relacionaron con el peso del total de hojas de cada planta y se expresó en dm². Esta determinación se efectuó luego de concluir la floración y en las líneas laterales de cada unidad experimental.

g. Materia seca por planta, gramos

Luego de la determinación del área foliar, las plantas completas se pesaron y llevaron a estufa a 80°C hasta peso constante (48 horas), para luego obtener el peso seco y promediarlo y obtener el peso de materia seca por planta.

h. Días al inicio a la floración.

Se contabilizaron los días comprendidos entre la siembra y la aparición del primer primordio floral.

i. Periodo vegetativo.

Se tuvieron en cuenta el número de días comprendido entre la siembra y el inicio de la cosecha.

j. Análisis económico.

El rendimiento de quinua logrado por cada unidad experimental se promedió para obtener el rendimiento de cada tratamiento el cual se multiplicó por el valor del kilogramo de quinua y se obtuvo el valor bruto de la producción, el cual se le restó el costo de producción obtenido para cada tratamiento y así tener la utilidad respectiva. La rentabilidad se determinó en base a la relación Beneficio/Costo.

También se analizaron los resultados obtenidos por cada tratamiento y se determinó la ecuación que maximiza los rendimientos, con las dosis de nitrógeno estudiadas con y sin aplicación de fósforo. Se determinó la dosis máxima física y la dosis óptima económica por el método de los Mínimos Cuadrados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE SUELO

En el cuadro 02 se encuentran los resultados del análisis del suelo del campo experimental.

Según los resultados obtenidos la conductividad eléctrica de este suelo es de 0.66 dS/m, con un pH de 7.39, calcáreo 0.44%, un contenido de materia orgánica de 0.40 % y 0.02 % de nitrógeno total. Posee 10 ppm de fósforo disponible y 140 ppm de potasio asimilable. Suelo franco arenoso, con un porcentaje de arena de 60%, limo 26 % y arcilla 14 %. Su capacidad de intercambio catiónica es de 8.15 $\text{cmol}^{(+)}/\text{kg}$ con contenidos de calcio de 6.50 $\text{cmol}^{(+)}/\text{kg}$, magnesio 1.10 $\text{cmol}^{(+)}/\text{kg}$ y potasio y sodio de 0.33 y 0.22 cmol/kg , respectivamente.

El diagnóstico de estos resultados de análisis nos dice que se trata de un que no tiene problemas de sales, el pH es ligeramente alcalino, característico de los suelos de la zona del experimento, muy bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno total, nivel medio de fósforo y de potasio (LÓPEZ, R. 1978). La CIC del suelo presenta un nivel bajo (menos de 10 $\text{cmol}^{(+)}/\text{kg}$) y presenta un equilibrio normal entre los cationes Ca y Mg (la relación Ca/Mg es de 5.9) siendo lo recomendable entre 4 a 6.

Según Mujica et al (1989), la quinua puede adaptarse a suelos de textura suelta (franco arenosos) siempre que se le dote de nutrientes adecuadamente y sobre todo que no existan posibilidades de encharcamiento del agua, ya que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estadíos. De lo que se puede deducir que este suelo se le puede considerar apto para el cultivo de quinua empleando un adecuado nivel de nutrientes.

CUADRO 02. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

Determinaciones	Unidades	Resultados
Conductividad Eléctrica	dS/m	0.66
pH	Unidades pH	7.39
Calcáreo	% CaCO ₃	0.44
Materia Orgánica	%	0.40
N total	% N	0.02
P disponible	ppm P	10
K asimilable	ppm K	140
Textura	Clase textural	Franco-Arenoso
Arena	%	60
Limo	%	26
Arcilla	%	14
C.I.C.	cmol ⁽⁺⁾ /kg	8.15
Ca	cmol ⁽⁺⁾ /kg	6.50
Mg	cmol ⁽⁺⁾ /kg	1.10
K	cmol/kg	0.33
Na	cmol/kg	0.22

4.2. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.

En el cuadro 03 se presentan los datos meteorológicos que se dieron durante el desarrollo del cultivo (mayo a setiembre del 2015). Las temperaturas más bajas se dieron en el mes de Agosto con una temperatura mínima de 19.3°C, una máxima de 29.0°C y una media de 23.3°C. Las más altas corresponden al mes de mayo con una mínima de 22.5°C, una máxima de 31.8°C y una media de 26.9°C. Estos valores son normales y corresponden al último mes de la estación de otoño (Mayo) y al fin de la estación de invierno (agosto), pues ya en el mes de setiembre las temperaturas comienzan a incrementarse (cuadro 03). La humedad relativa fluctuó entre 78% (julio) a 82% (junio). No hubo precipitaciones pluviales excepto en el mes de mayo que tuvo un acumulado de 4.0 mm. La evaporación tiende una tendencia a decrecer de 3.4 mm/día (mayo) a 3.0 mm/día (junio) para luego incrementarse a 3.2 mm/día (julio) hasta 3.9 mm/día (setiembre) tendencia que es característica con los cambios de estación. La velocidad del viento se incrementa desde el mes de mayo que fue de 34 km/h a 74 km/h en el mes de setiembre pero que no afectan mayormente al cultivo

MIRANDA (2010) indica que la temperatura media adecuada para este cultivo es de 15 a 20 °C, pero se desarrolla perfectamente a temperaturas medias de hasta 25°C.

CUADRO 03. DATOS METEOROLÓGICOS OBSERVADOS DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa	Precipitación Mensual	Evaporación Total	Velocidad del viento
	Mínima	Media	Máxima	%	mm	mm/día	km/h
Mayo	22.5	26.9	31.8	79	4.0	3.4	39
Junio	21.4	25.6	30.5	82	0.0	3.0	34
Julio	19.9	24.4	29.7	78	0.0	3.2	43
Agosto	19.3	23.3	29.0	80	0.0	3.4	63
Setiembre	19.8	24.5	30.7	77	0.0	3.9	74

FUENTE: Estación meteorológica de Miraflores, Castilla. Piura.

4.3. RENDIMIENTO DE GRANO, kg/ha

En el cuadro 23 del anexo se encuentran los resultados de campo correspondientes a esta observación experimental.

El análisis de varianza, cuadro 04, determinó que no existe significación estadística para el efecto de bloques y alta significación estadística para el efecto de los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 13.1%

CUADRO 04 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA, (kg/ha).

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	686471.75	228823.92	2.80	No
		C.V. = 13.1 %			
Tratamientos	7	8304734.50	1186390.64	14.53	* *
Error Experimental	21	1714869.25	81660.44		
Total	31	10706075.50			

La prueba de Duncan $_{0.05}$, cuadro 05, nos indica que los tratamientos 90 kg de N/ha - 50 kg de P_2O_5 /ha, 60 kg de N/ha - 50 kg de P_2O_5 /ha y 120 kg de N/ha - 50 kg de P_2O_5 /ha con rendimientos de grano de quinua de 2873, 2861.8 y 2650.3 kg/ha, respectivamente, fueron estadísticamente iguales y superan a los tratamientos 90 kg N/ha - 0 kg de P_2O_5 /ha, 60 kg N/ha - 0 kg de P_2O_5 /ha, 120 kg N/ha - 0 kg de P_2O_5 /ha y 30 kg N/ha - 50 kg de P_2O_5 /ha que ocupan el segundo lugar con rendimientos de grano de 2138.3, 1901.0, 1861.5 y 1823.5 kg/ha, respectivamente. El tratamiento 30 kg N/ha - 0 kg de P_2O_5 /ha ocupa el tercer lugar con 1403.8 kg/ha de grano de quinua.

En el gráfico 01 se aprecian los resultados obtenidos por cada uno de los tratamientos en estudio.

CUADRO 05. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO, kg/ha.

TRATAMIENTOS			Rendimiento de grano Kg/ha	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	1403.8	c
T2	30	50	1823.5	b
T3	60	0	1901.0	b
T4	60	50	2861.8	a
T5	90	0	2138.3	b
T6	90	50	2873.0	a
T7	120	0	1861.5	b
T8	120	50	2650.3	a

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

Como se puede apreciar en los rendimientos obtenidos, las dosis de 90, 60 y 120 kg de N/ha con aplicaciones de 50 kg de P₂O₅/ha tuvieron los mejores rendimientos. Esto se debe a la nutrición N-P equilibrada que recibió el cultivo, lo cual se comprueba en los rendimientos más bajos obtenidos con la dosis más baja de nitrógeno (30 kg N/ha) en combinación con 50 kg de P₂O₅/ha, que tuvo un comportamiento estadístico similar a los tratamientos

con 90, 60 y 120 kg N/ha pero sin aplicación de fósforo (0 kg de P_2O_5 /ha). El desequilibrio nutricional se observa con el tratamiento 30 kg N/ha sin aplicación de fósforo que fue el más bajo.

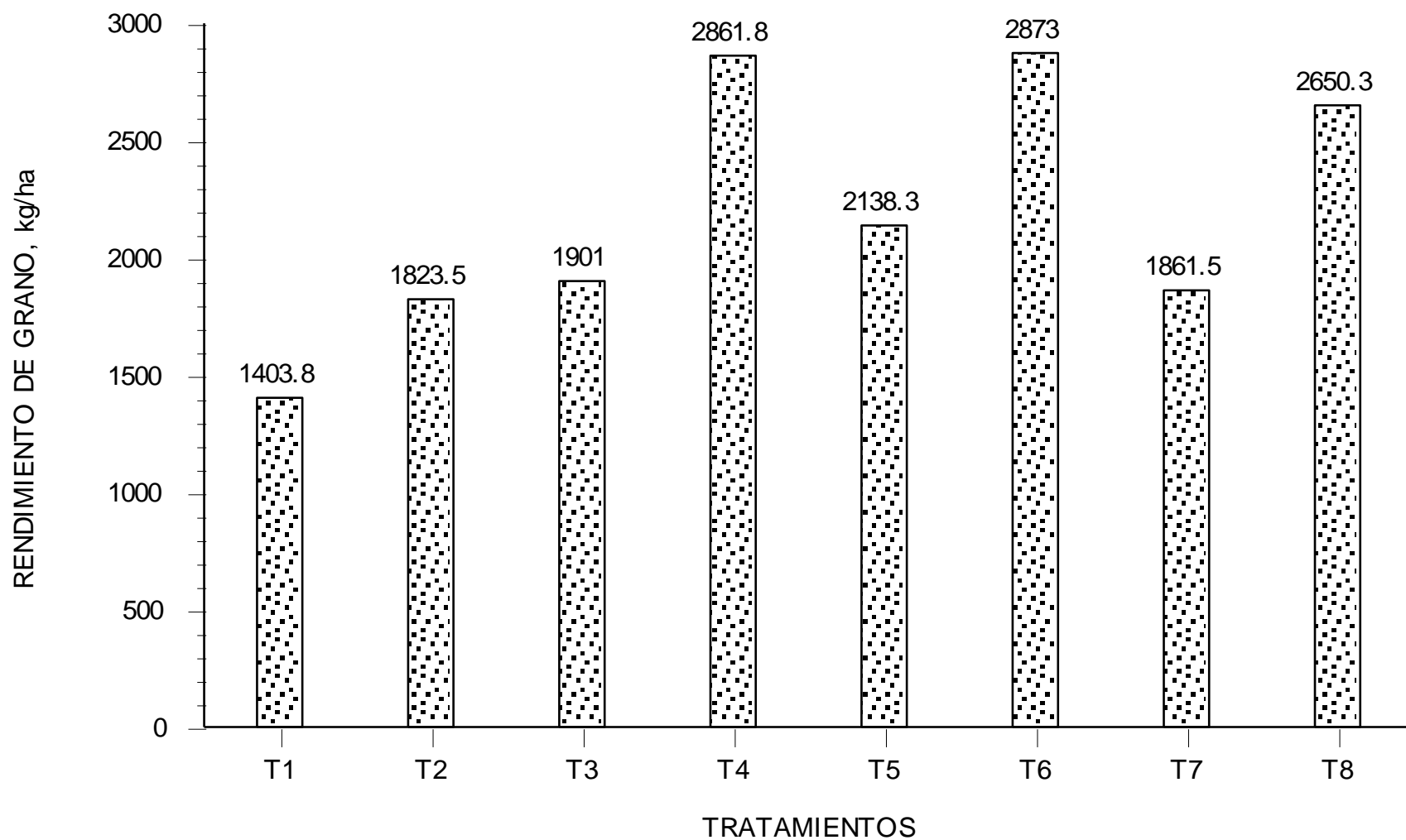


GRÁFICO 01. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO, kg/ha.

4.4. ALTURA DE PLANTA (cm).

Los resultados obtenidos en el campo para esta observación se encuentran en el cuadro 24 del anexo.

Según el análisis de varianza, cuadro 06, no hubo significación estadística para el efecto de los bloques no para el efecto de los tratamientos, siendo el coeficiente de variabilidad encontrado de 12.7 %.

CUADRO 06. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA EN CENTÍMETROS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	38.498	12.833	0.08	No
Tratamientos	7	873.012	124.716	0.79	No
Error Experimental	21	3329.949	158.569		
Total	31	4241.460			

$$C.V. = 12.7 \%$$

La prueba de Duncan_{0.05}, cuadro 07, determinó que todos los tratamientos en estudio fueron estadísticamente similares, variando numérica entre 89.5 cm para el tratamiento 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha y 105.6 cm para el tratamiento 60 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha.

CUADRO 07. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE ALTURA DE PLANTA, EN CENTIMETROS.

TRATAMIENTOS			Altura de planta cm	Duncan 0.05 [*]
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	103.5	a
T2	30	50	94.2	a
T3	60	0	104.7	a
T4	60	50	105.6	a
T5	90	0	96.5	a
T6	90	50	89.5	a
T7	120	0	100.4	a
T8	120	50	98.0	a

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

En el Gráfico 02 se dan los resultados correspondientes al efecto de los tratamientos en estudio sobre la altura de planta.

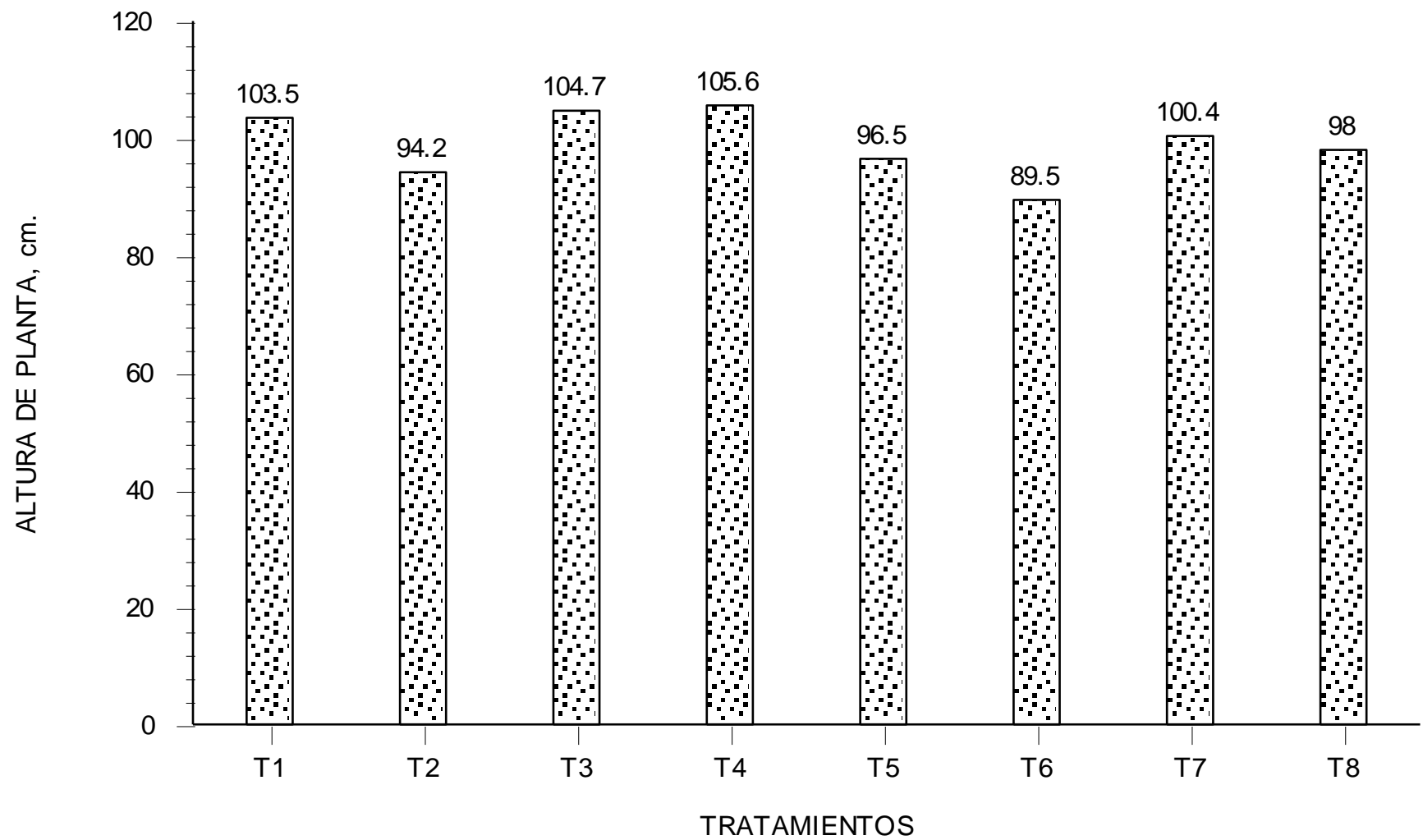


GRÁFICO 02. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE ALTURA DE PLANTA, cm.

4.5. LONGITUD DE PANOJA, cm.

En el cuadro 25 del anexo se encuentran los resultados correspondientes a esta observación experimental.

Según el análisis de varianza, cuadro 08, no hay significación estadística para el efecto de bloques ni para el efecto de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 16.4 %.

CUADRO 08. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE PANOJA, EN CENTIMETROS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	156.491	52.164	2.53	No
Tratamientos	7	158.607	22.658	1.10	No
Error Experimental	21	432.807	20.610		
Total	31	747.905			

$$C.V. = 16.4 \%$$

La prueba de Duncan_{0.05}, determinó que el tratamiento 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha con 31.5 centímetros de longitud de panoja supera estadísticamente al tratamiento 30 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha que ocupa el segundo lugar con 23.0 centímetros de longitud de panoja, no existiendo significación estadística con los demás tratamientos en estudio, que fluctuaron entre 26.6 centímetros para el tratamiento 30 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha y 28.9 centímetros para el tratamiento 60 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha.

CUADRO 09. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LONGITUD DE PANOJA, EN CENTIMETROS.

TRATAMIENTOS			Longitud de panoja centímetros	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	23.0	b
T2	30	50	26.6	a b
T3	60	0	27.5	a b
T4	60	50	28.9	a b
T5	90	0	28.1	a b
T6	90	50	31.5	a
T7	120	0	28.4	a b
T8	120	50	27.8	a b

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

En el Gráfico 03 se encuentran los resultados correspondientes a esta observación experimental.

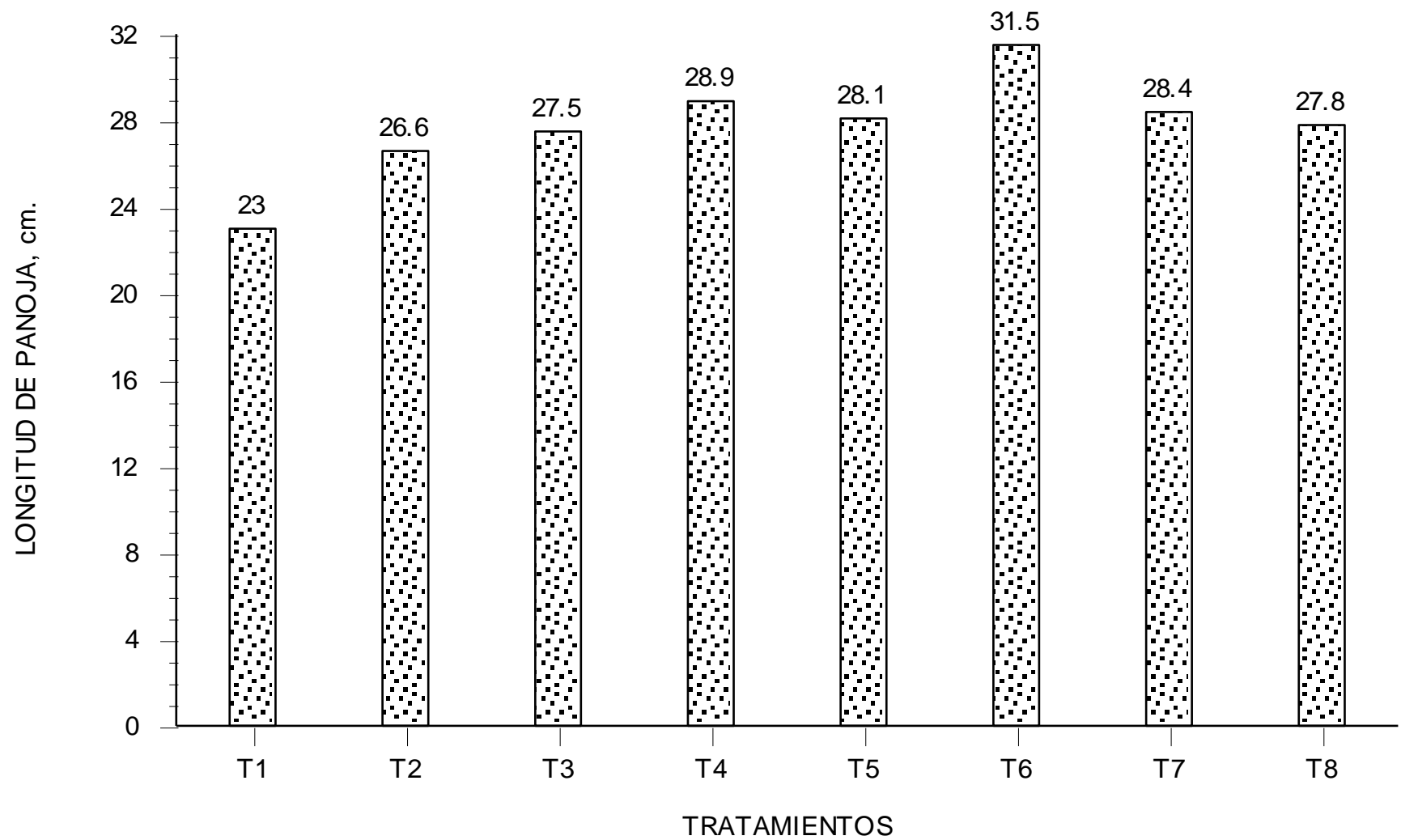


GRÁFICO 03. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LONGITUD DE PANOJA, cm.

4.6. DIÁMETRO DE TALLO, cm.

En el cuadro 26 del anexo se encuentran los resultados correspondientes a esta observación experimental.

El análisis de varianza, cuadro 10, concluye que no hubo significación estadística para el efecto de los bloques ni para el efecto de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 10.8 %.

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DIÁMETRO DE TALLO, EN CENTIMETROS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	0.0460	0.0153	1.13	No
Tratamientos	7	0.1609	0.0230	1.69	No
Error Experimental	21	0.2861	0.0136		
Total	31	0.4930			

$$C.V. = 10.8 \%$$

Según la prueba de Duncan $_{0.05}$, cuadro 11, no hubo significación estadística entre los tratamientos en estudio, variando numéricamente entre 1.2 cm para los tratamientos 60 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha y 60 kg N/ha con 50 kg P₂O₅/ha, 1.1 cm para los tratamientos 30 kg N/ha - 0 kg P₂O₅/ha y 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha y 1.0 cm para los demás tratamientos.

CUADRO 11. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL DIÁMETRO DE TALLO, EN CENTÍMETROS

TRATAMIENTOS			Diámetro de tallo Centímetros	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	1.1	a
T2	30	50	1.0	a
T3	60	0	1.2	a
T4	60	50	1.2	a
T5	90	0	1.0	a
T6	90	50	1.1	a
T7	120	0	1.0	a
T8	120	50	1.0	a

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos

En el Gráfico 04 se observan los resultados correspondientes a diámetro de tallo expresado en centímetros.

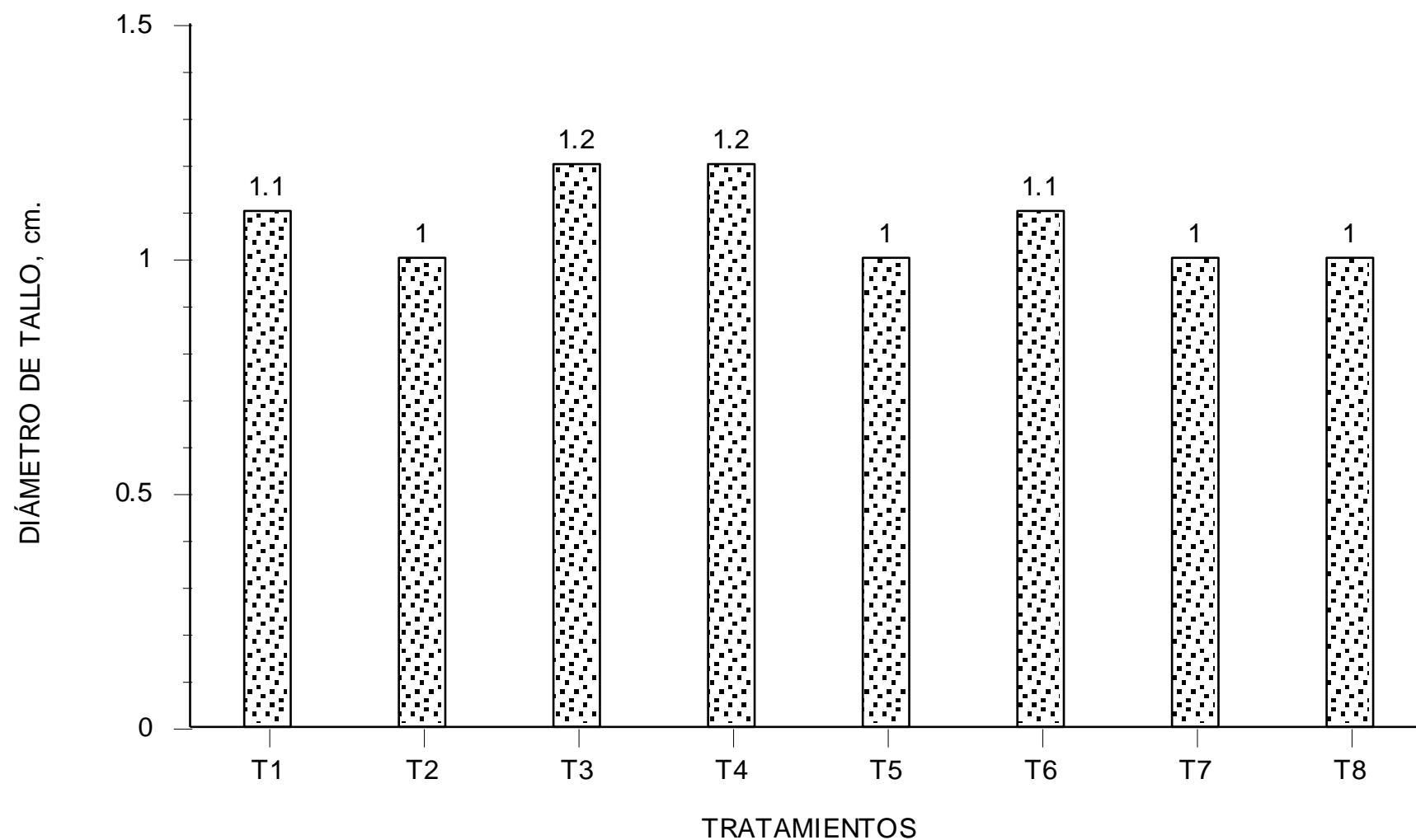


GRÁFICO 04. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL DIÁMETRO DE TALLO, cm.

4.7. PESO DE MIL GRANOS, gramos.

En el cuadro 27 del anexo se consignan los resultados correspondientes a esta observación experimental.

Según el análisis de varianza, cuadro 12, determinó que no existe significación estadística para el efecto de bloques y el efecto de los tratamientos fue significativo. El coeficiente de variabilidad fue de 8.2 %.

CUADRO 12 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE MIL GRANOS, EN GRAMOS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	0.311	0.104	1.69	No
Tratamientos	7	1.338	0.191	3.13	*
Error Experimental	21	1.285	0.061		
Total	31	2.934			

$$C.V. = 8.2 \%$$

Según la prueba de Duncan_{0.05}, cuadro 13, los tratamientos 60 kg N – 50 kg P₂O₅/ha, 90 kg N – 50 kg P₂O₅ con un peso de mil granos de 3.3 gramos y 120 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha con un peso de mil granos de 3.2 gramos fueron estadísticamente iguales y superan a los demás tratamientos estudiados que ocuparon el segundo lugar con pesos de mil granos que variaron entre 2.9 y 2.8 gramos.

Como se puede apreciar, la aplicación de fósforo al cultivo (50 kg P_2O_5 /ha) con las dosis de 60, 90 y 120 kg N/ha tuvo un efecto positivo sobre el peso de mil granos, pero no podemos observar el mismo efecto con la dosis más baja de nitrógeno, quedando en claro, a juzgar por los resultados, es el fósforo el elemento que ha influenciado positivamente en el peso de mil granos.

CUADRO 13. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL PESO DE MIL GRANOS, EN GRAMOS.

TRATAMIENTOS			PESO DE MIL GRANOS, (g)	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P_2O_5 /ha		
T1	30	0	2.8	b
T2	30	50	2.9	b
T3	60	0	2.9	b
T4	60	50	3.3	a
T5	90	0	2.9	b
T6	90	50	3.3	a
T7	120	0	2.9	b
T8	120	50	3.2	a

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

Los resultados correspondientes para esta observación experimental se dan en el gráfico 05.

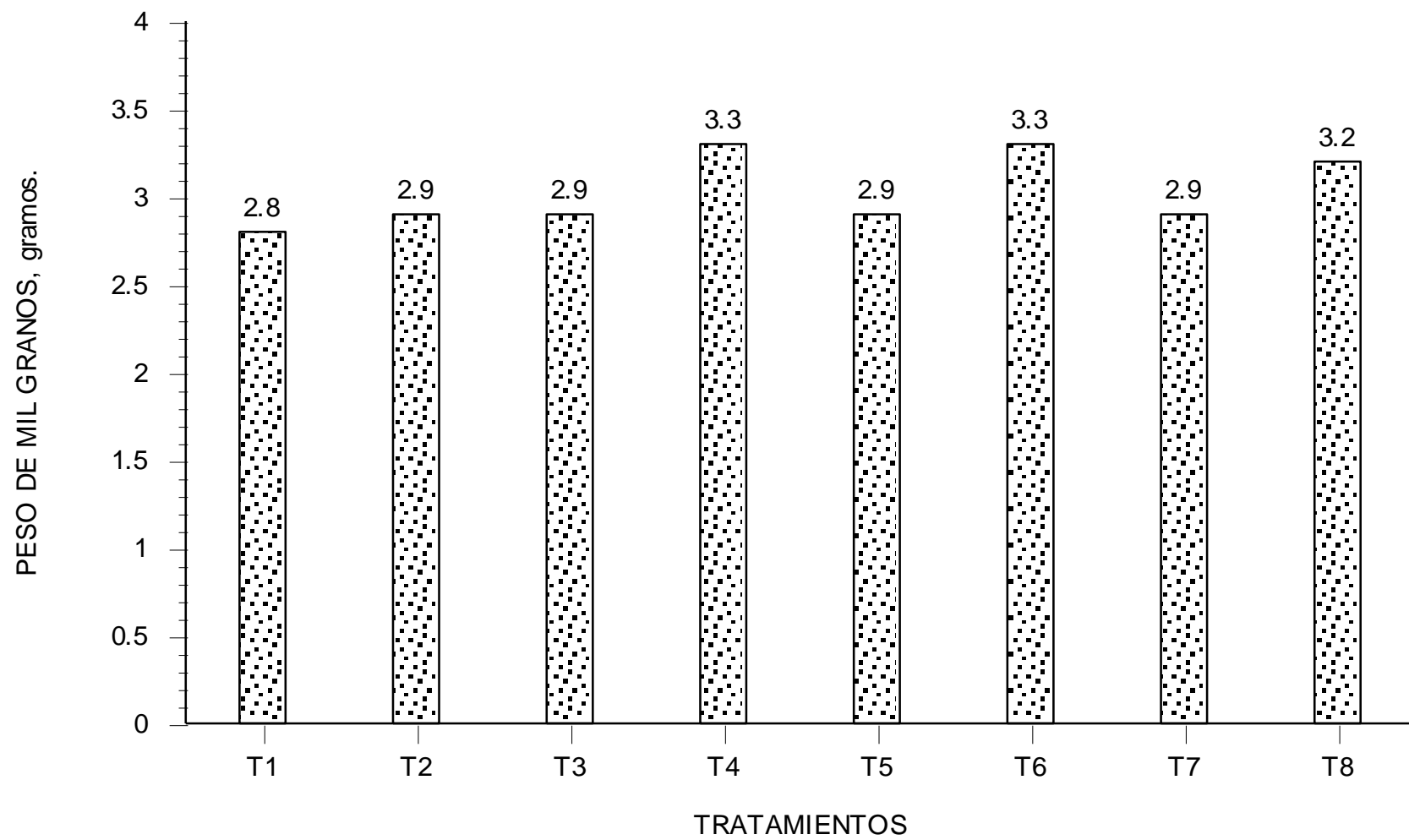


GRÁFICO 05. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL PESO DE MIL GRANOS, g.

4.8. ÁREA FOLIAR, dm².

En el cuadro 28 del anexo se encuentran los resultados correspondientes para esta observación experimental.

El análisis de varianza, cuadro 14, determinó que no hubo significación estadística para bloques ni para los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 13.1 %.

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA AREA FOLIAR EN dm²

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	26.011	8.670	1.69	No
Tratamientos	7	35.500	5.071	0.99	No
Error Experimental	21	108.027	5.144		
Total	31	169.538			

$$C.V. = 13.1 \%$$

Según la prueba de Duncan_{0.05}, cuadro 15, no hubo significación estadística para ninguno de los tratamientos en estudio. El área foliar varió entre 19.1 dm² para el tratamiento 120 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha y 15.5 dm² para el tratamiento 30 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha.

Como se puede apreciar en los resultados, los valores más altos corresponden a las dosis más altas de nitrógeno, disminuyendo conforme disminuye la dosis de nitrógeno.

CUADRO 15. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE ÁREA FOLIAR, dm².

TRATAMIENTOS			Área foliar dm ²	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	15.5	a
T2	30	50	16.9	a
T3	60	0	16.5	a
T4	60	50	17.4	a
T5	90	0	17.7	a
T6	90	50	17.4	a
T7	120	0	19.1	a
T8	120	50	18.4	a

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

En el gráfico 06 se observan los resultados correspondientes al área foliar.

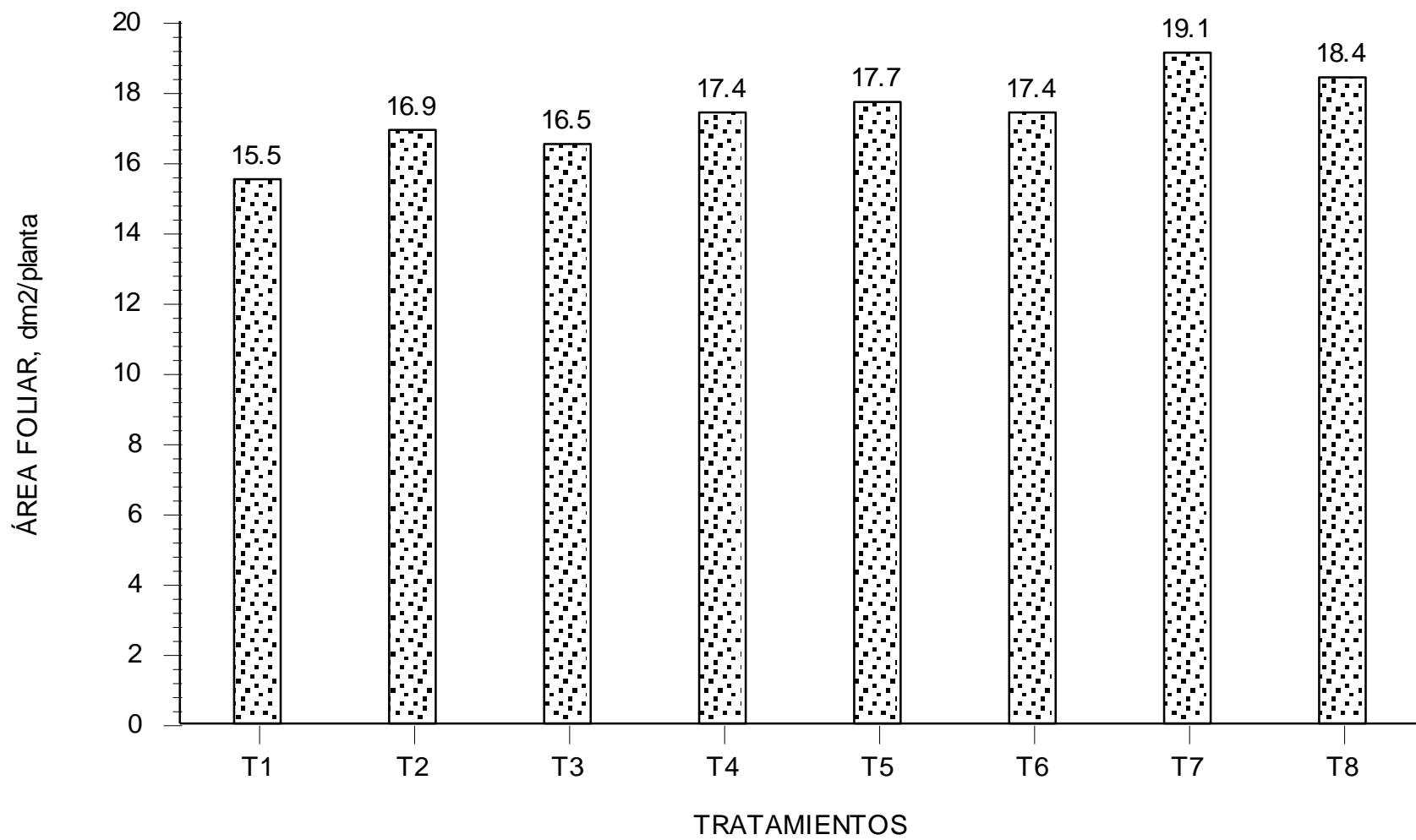


GRÁFICO 06. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL ÁREA FOLIAR, dm²/planta.

4.9. MATERIA SECA POR PLANTA, gramos.

En el cuadro 29 del anexo se encuentran los resultados correspondientes a esta observación.

El análisis de varianza, cuadro 16, determinó que hubo significación estadística tanto para el efecto de los bloques como para el efecto de los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 12.2 %.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA MATERIA SECA POR PLANTA, EN GRAMOS.

FV	GL	SC	CM	Fc	Signif.
Bloques	3	126.507	42.169	3.87	*
Tratamientos	7	210.232	30.033	2.76	*
Error Experimental	21	228.911	10.901		
Total	31	565.650			

$$C.V. = 12.2 \%$$

En el cuadro 17, se consigna la prueba de Duncan_{0.05}; el tratamiento 120 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha con un peso de materia seca por planta de 32.6 gramos superó estadísticamente a todos los demás tratamientos en estudio, excepto a los tratamientos 90 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha y 120 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha que lograron pesos de materia seca de 28.9 y 28.2 gramos por planta. Como se puede apreciar, los pesos de materia seca por planta fueron más altos con las dosis altas de nitrógeno y, para una misma dosis de nitrógeno, la no aplicación de fósforo incrementa el peso de materia seca por

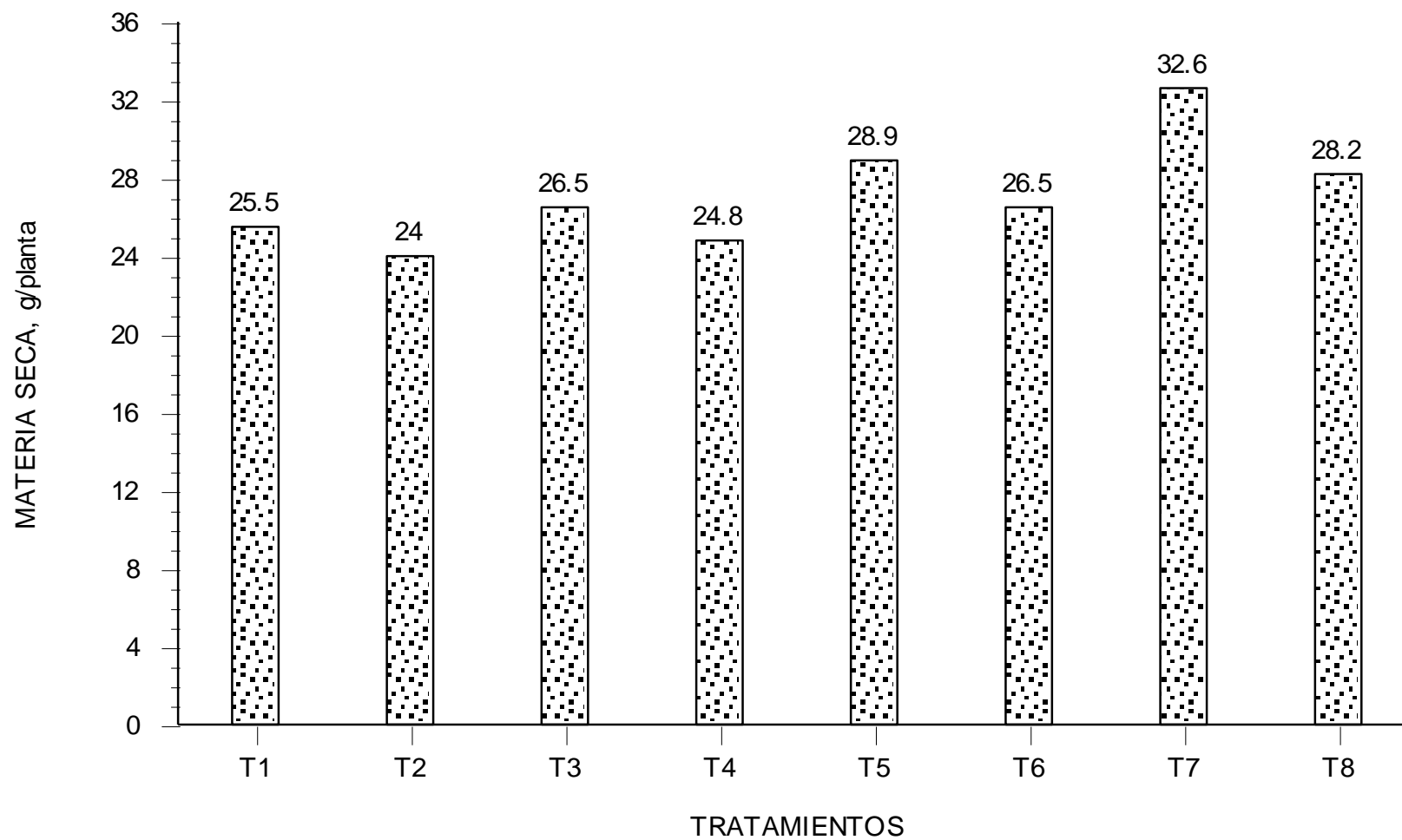
planta, lo que nos permite deducir que la aplicación de fósforo atenúa el efecto característico del nitrógeno de incrementar la masa foliar de la planta.

CUADRO 17. PRUEBA DE DUNCAN_{0.05} PARA EL EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE EL PESO DE MATERIA SECA POR PLANTA, EN GRAMOS.

TRATAMIENTOS			Materia Seca gramos/planta	Duncan 0.05*
CLAVE	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha		
T1	30	0	25.5	b
T2	30	50	24.0	b
T3	60	0	26.5	b
T4	60	50	24.8	b
T5	90	0	28.9	a b
T6	90	50	26.5	b
T7	120	0	32.6	a
T8	120	50	28.2	a b

(*) Promedios que aparecen con la misma letra son iguales estadísticamente, caso contrario son significativos.

Los resultados obtenidos para el peso de materia seca por planta se encuentran en el gráfico 07.



CUADRO 07. EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE MATERIA SECA, g/planta.

4.10. DÍAS AL INICIO DE LA FLORACIÓN.

El inicio de la floración del cultivo se dio a los días de la siembra (días del inicio de la germinación de las semillas).

4.11. PERÍODO VEGETATIVO.

La siembra se efectuó el 20 de mayo del 2015 y se cosechó el 28 de septiembre del 2015 siendo su período vegetativo de 131 días.

4.12. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el cuadro 18 se encuentran los resultados del análisis económico efectuado para los diferentes tratamientos en estudio.

El costo de producción base fue el que corresponde al tratamiento 30 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha (cuadro 30 del anexo) y los costos de producción para cada uno de los tratamientos se encuentran en el cuadro 31 del anexo.

La utilidad más alta corresponde al tratamiento 60 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha que fue de 11 195.92 soles con una rentabilidad de 246 % (relación Beneficio/Costo = 2.46), seguido del tratamiento 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha con una utilidad de 11 159.27 soles, con una rentabilidad de 240 % (B/C = 2.40) y el tratamiento 120 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha con una utilidad de 9836.14 soles, siendo su rentabilidad de 207 % (B/C = 2.07).

Se puede observar que para una misma dosis de nitrógeno, la adición de 50 kg P₂O₅/ha mejora significativamente la rentabilidad del cultivo.

CUADRO 18. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

TRATAMIENTOS			COSTO PRODUCCIÓN soles /ha	RENDIMIENTO DE GRANO tm/ha	VALOR BRUTO PRODUCCIÓN soles/ha	UTILIDAD soles/ha	RELACIÓN B/C
T1	30 kg N/ha	0 kg P ₂ O ₅ /ha	4196.28	1403.8	7720.90	3524.62	0.84
T2	30 kg N/ha	50 kg P ₂ O ₅ /ha	4445.71	1823.5	10029.25	5734.21	1.29
T3	60 kg N/ha	0 kg P ₂ O ₅ /ha	4295.04	1901.0	10455.50	6160.46	1.43
T4	60 kg N/ha	50 kg P ₂ O ₅ /ha	4543.98	2861.8	15739.90	11195.92	2.46
T5	90 kg N/ha	0 kg P ₂ O ₅ /ha	4392.81	2138.3	11760.65	7367.84	1.68
T6	90 kg N/ha	50 kg P ₂ O ₅ /ha	4642.23	2873.0	15801.50	11159.27	2.40
T7	120 kg N/ha	0 kg P ₂ O ₅ /ha	4491.08	1861.5	10238.25	5747.17	1.28
T8	120 kg N/ha	50 kg P ₂ O ₅ /ha	4740.51	2650.3	14576.65	9836.14	2.07

Precio kg urea = 1.34 soles

Precio kg fosfato di amónico = 1.80 soles

Precio kg quinua = 5.50 soles

El cálculo de la dosis óptima de nitrógeno sin aplicación de fósforo se encuentra en el cuadro 19.

La ecuación de respuesta encontrada es: $Y = 456.05 + 37.618 x - 0.215 x^2$, según la cual, la dosis que maximiza la respuesta es 87.5 kg N/ha con la que se obtiene el máximo rendimiento que es de 2101.5 kg de grano/ha de quinua y un beneficio de 3690 soles por el uso adicional de 57.5 kg N/ha con respecto a la fertilización base de 30 kg N/ha. Sin embargo, la dosis óptima económica es de 85.9 kg N/ha con la que se obtiene un rendimiento de 2101.0 kg/ha de grano de quinua y una utilidad adicional de 3692 soles por el uso adicional de 55.9 kg N/ha con respecto a la fertilización base de 30 kg N/ha sin aplicación de fósforo. En el gráfico 08 se observa el análisis económico con la ecuación de respuesta sin aplicación de fósforo (0 kg P_2O_5 /ha).

En el cuadro 20, se ha efectuado el análisis económico para las diferentes dosis de nitrógeno con aplicación de 50 kg P_2O_5 /ha.

La ecuación de respuesta es: $353.00 + 60.847 x - 0.3503 x^2$; la dosis que maximiza la respuesta es de 86.9 kg N/ha con la que se obtiene 2995.4 kg/ha de grano y una utilidad adicional de 8606.59 soles por el uso adicional de 56.9 kg N/ha con respecto a la fertilización base de 30 kg N/ha. La dosis óptima económica fue de 85.9 kg N/ha con la cual se obtiene un rendimiento de 2995.1 kg/ha de grano de quinua y una utilidad adicional de 8609.75 soles por el uso adicional de 55.9 kg N/ha con respecto a la fertilización base de 30 kg N/ha con aplicación de 50 kg P_2O_5 /ha. En el gráfico 08 se observa el análisis económico con la ecuación de respuesta con aplicación de fósforo (50 kg P_2O_5 /ha).

CUADRO 19. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ESTUDIO, SIN APLICACIÓN DE FÓSFORO, UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE RESPUESTA.

$Y = 456.05 + 37.618 x - 0.215 x^2$					
DOSIS NITRÓGENO kg N/ha	RENDIMIENTO PROMEDIO kg/ha	INCREMENTO SOBRE TESTIGO kg/ha	VALOR DEL INCREMENTO soles/ha	COSTO DEL FERTILIZANTE soles/ha	UTILIDAD soles/ha
30	1391.1	0.0	0.00	0.00	0.0
40	1616.8	225.7	1241.24	37.80	1203
50	1799.5	408.4	2245.98	75.60	2170
60	1939.1	548.0	3014.22	113.40	2901
70	2035.8	644.7	3545.96	151.20	3395
80	2089.5	698.4	3841.20	189.00	3652
90	2100.2	709.1	3899.94	226.80	3673
100	2067.9	676.8	3722.18	264.60	3458
110	1992.5	601.4	3307.92	302.40	3006
120	1874.2	483.1	2657.16	340.20	2317
130	1712.9	321.8	1769.90	378.00	1392
140	1508.6	117.5	646.14	415.80	230
87.5	2101.5	710.4	3907.43	217.35	3690
85.9	2101.0	709.9	3904.46	212.44	3692

Precio kg de Nitrógeno = 3.78 soles (Px)

Precio kg quinua = 5.50 soles (Py)

X máx. = $-b/(2c) = 87.5$ kg N/ha

X ópt. = $[(Px/Py) - b]/(2c) = 85.9$ kg N/ha

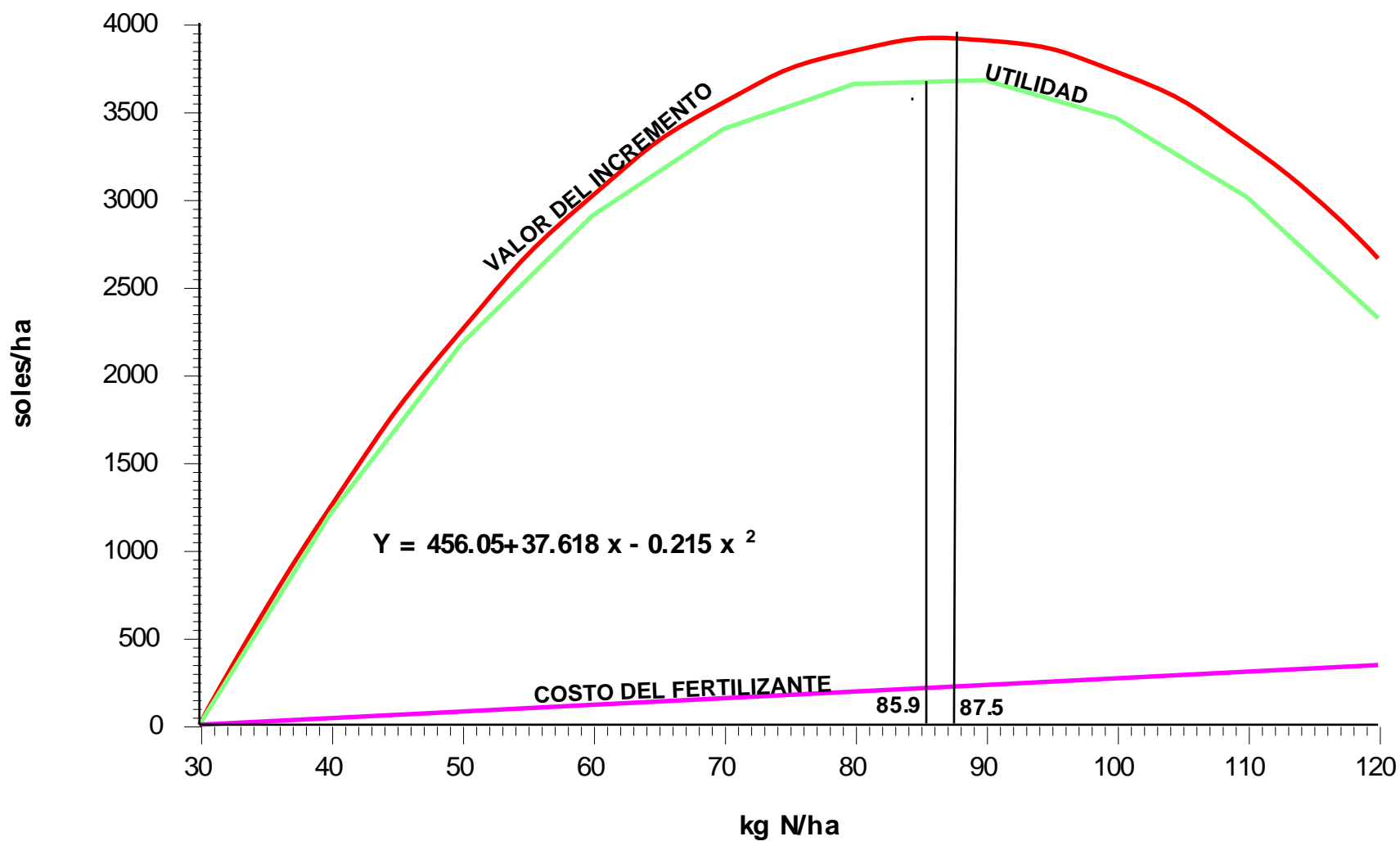


GRÁFICO 08. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ESTUDIO, SIN APLICACIÓN DE FÓSFORO, UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE RESPUESTA.

CUADRO 20. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ESTUDIO, CON APLICACIÓN DE FÓSFORO, UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE RESPUESTA.

$Y = 353.00 + 60.847x - 0.3503 x^2$					
DOSIS NITRÓGENO kg N/ha	RENDIMIENTO PROMEDIO kg/ha	INCREMENTO SOBRE TESTIGO kg/ha	VALOR DEL INCREMENTO soles/ha	COSTO DEL FERTILIZANTE soles/ha	UTILIDAD soles/ha
30	1863.2	0.0	0.00	0.00	0.0
40	2226.4	835.3	4594.40	37.80	4556.60
50	2519.7	1128.6	6207.11	75.60	6131.51
60	2742.8	1351.7	7434.52	113.40	7321.12
70	2895.9	1504.8	8276.61	151.20	8125.41
80	2979.0	1587.9	8733.41	189.00	8544.41
90	2992.0	1600.9	8804.90	226.80	8578.10
100	2934.9	1543.8	8491.08	264.60	8226.48
110	2807.8	1416.7	7791.95	302.40	7489.55
120	2610.6	1219.6	6707.53	340.20	6367.33
130	2343.4	952.3	5237.79	378.00	4859.79
140	2006.1	615.0	3382.75	415.80	2966.95
86.9	2995.4	1604.4	8823.94	217.35	8606.59
85.9	2995.1	1604.0	8822.19	212.44	8609.75

Precio kg de Nitrógeno = 3.78 soles (Px)

Precio kg quinua = 5.50 soles (Py)

X máx. = $-b/(2c)$ = 86.9 kg N/ha

X ópt. = $[(Px/Py) - b]/(2c)$ = 85.9 kg N/ha

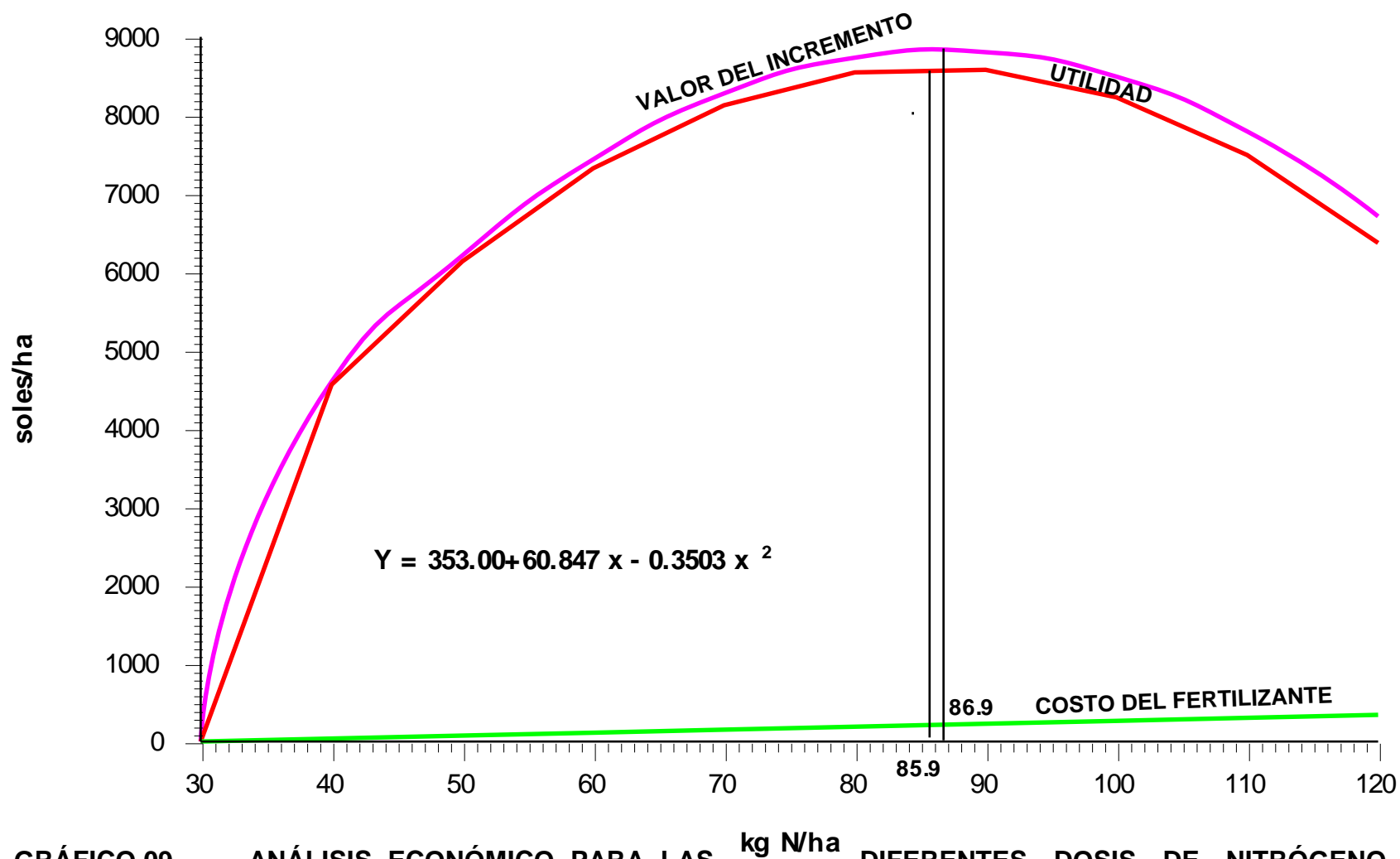


GRÁFICO 09. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LAS ^{kg N/ha} DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN ESTUDIO, CON APLICACIÓN DE FÓSFORO (30 kg P₂O₅/ha), UTILIZANDO LA ECUACIÓN DE RESPUESTA.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y para las condiciones agroecológicas en que se desarrolló la presente investigación, se puede concluir:

1. Los más altos rendimientos para la variedad de quinua Salcedo fueron de 2873.0 kg/ha de grano, que se obtuvieron con el tratamiento 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha, seguido del tratamiento 60 Kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha que obtuvo 2861.8 kg/ha de grano y 2650.3 kg/ha de grano que se obtuvo con el tratamiento 120 kg N/ha – 60 kg P₂O₅/ha, siendo estos tratamientos estadísticamente iguales y superando a los demás tratamientos en estudio.
2. Las características morfo productivas que incidieron significativamente sobre el rendimiento de grano fueron la longitud de panoja y el peso de mil granos.
3. Las mayores relaciones Beneficio/Costo (B/C) se obtuvieron con los tratamientos 60 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha (B/C = 2.46), 90 Kg N/ha – 50 P₂O₅/ha (B/C = 2.40) y 120 kg N/ha – 60 kg P₂O₅/ha, (B/C = 2.07). La dosis que maximiza la respuesta del rendimiento de grano fue de 87.5 kg de N/ha sin aplicación de fósforo que logra 2101.5 kg/ha de grano y 86.9 kg N/ha con aplicación de 50 kg P₂O₅/ha que obtuvo 2995.4 kg/ha de grano. La dosis óptima económica sin aplicación de fósforo fue de 85.9 kg N/ha, que logró un incremento en las utilidades de 3692 soles con respecto al tratamiento base (30 kg N/ha – 0 kg P₂O₅/ha). Con aplicación de 50 kg P₂O₅/ha, la dosis óptima económica también fue de 85.9 kg N/ha pero logró un incremento en las utilidades de 8609.75 soles con respecto al tratamiento base (30 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha /ha).

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Para la variedad de quinua Salcedo y en condiciones similares a las del presente trabajo de investigación se recomienda la aplicación de 90 kg N/ha – 50 kg P₂O₅/ha.
2. Probar otras dosis de fertilizantes, sobre todo haciendo uso de fertilizantes fosforados y potásicos.
3. Probar otras variedades de quinua que se adapten a las condiciones edafo ecológicas del departamento de Piura.
4. Resaltar la importancia del análisis del suelo con la finalidad de calcular la fórmula de abonamiento más adecuada para el cultivo.
5. Invocar a las autoridades del sector agrario el apoyo a los productores de este cultivo sobre todo en el asesoramiento técnico y en la creación de una política de precios que incentiven su cultivo.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGROBANCO, Revista Técnica Agropecuaria 2012.** Especial del Contenido de Quinoa. [www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/Revista AGROPECUARIA7.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/Revista%20AGROPECUARIA7.pdf).
2. **APG - III, Brigitta Bremer, et al. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III.» . En K. B. Brigitta Bremer, *Botanical Journal of the Linnean Society* (págs. 105 - 121). Londres: Royal ediciones.
3. **AYALA, C. 1977.** Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 97 p.
4. **Buckman, 1966.** Fertilidad de quinua. Tesis “estrategias para el rendimiento de genotipos de quinua kancolla y salcedo- inia, con anono rganico y su equivalente con fertilizantes”.
5. **Buckman, H, and N. Brady. 1996.** Naturaleza y propiedades de los suelos. México, D.F, UTEHA.
6. **Cardenas Gary. 1999.** Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) por su resistencia a la sequia. Tesis de Ing Agro. Universidad San Agustín de Arequipa. Escuela profesional y Académica de Agronomía. Arequipa, Perú. 95 p.
7. **CARE, 2012.** Manual de Nutrición y Fertilización de la Quinoa Care – Perú Edición FUNART ww.care.org.pe (tomado 21/07/14) 028 pp.

8. **Diaz, C., and E. Velazquez. 1991.** “inventario de Infraestructuras Agrícolas Andinas en Puno, Perú.” In seminario Perú – Bolivia sobre investigaciones en camellones. Puno, Perú, proyectos PIWA, convenio COTESU/IC-INADE/PELT.
9. **Erquinigo, F. 1970.** Biología floral de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis Ing. Agro. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. 89 p.
10. **Gandarillas, H. 1979.** Obtención experimental de *Chenopodium quinoa* Willd. MACA, IBTA. La Paz, Bolivia. 21 p.
11. **Gross, R.1982.** “El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO: producción y protección vegetal, N°38. Roma. FAO.
12. **INIA. CIRNMA.** Manejo y mejoramiento de la kañiwa. Puno, Perú.
13. **INIA, 2013.** Tecnologías para el manejo Adecuado del Cultivo de Quinua en la Costa Norte.
14. **LOPEZ, R. y LÓPEZ, M. 1978.** El diagnóstico de suelos y plantas. Edic. Mundi Prensa, Madrid. 3ª edición. 337 p.
15. **MARTINEZ, N. D. 2016.** “Comparativo de rendimiento de diez variedades de quinua (***Chenopodium quinoa*** Willd) bajo condiciones de riego por surco en el centro poblado Jicate, provincia de Huancabamba-Piura-2015”. Tesis Ing° Agr. Fac. Agronomía. Univ. Nac. de Piura, UNP. 75 p.
16. **Morales M. 1976.** Determinación del suelo consuntivo de la quinua por el método de lisímetros en el altiplano central. En: II Convención Internacional de Chenopodiaceas. Quinua- Cañahua. 26 -29 abril, Potosí, Bolivia. IICA, comité

- departamental de OOPP de Potosí. Serie: informes de conferencias, cursos y Reuniones N°96. La Paz, Bolivia. Pg. 139- 146.
17. **Mujica, A. 1983.** Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. pp. 70-76.
 18. **Patiño, V. 1964.** Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial. Tomo II. Plantas alimenticias. Imprenta Departamental. Cali. Colombia.
 19. **Rea, J. 1969.** Biología floral de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Turrialba 19: 91-96.
 20. **Rodriguez, R. 1978.** Determinación del porcentaje de autopolinización y cruzamientos naturales en tres variedades comerciales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ing. Agro. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 86 p.
 21. **Tapia, Mario: Gandarillas; S. Alandia; A, Cardozo; A. mUjica; R. Ortíz: V. Otazu. (1979).** *Quinua y Kañiwa cultivos andinos*. Bogotá: IICA.
 22. **THOPSOM (1962).** Fosforo. Es uno de los principales aniones absorbidos por la planta.....1966). Tesis. Fertilidad de la quinua.
 23. **www.inia.gob.pe/.../636-inia-evalua-tecnologias-para-el-manejo-adecuada.**
 24. **www.fao.org/quinua-2013/what-is-quinua/varieties/es/**
 25. **www.quinua.pe/2013. Perú vive bien**
 26. **www.Elcomercio.pe/economía/1585169/noticia-alicorp-busca-que-se-dupliqu-rendimiento-cultivos-quinua.**

A N E X O

CUADRO 21. CUADRO RESUMEN DE LOS CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS DIFERENTES OBSERVACIONES EXPERIMENTALES.

Fuentes De Variabilidad	GL	Rendimiento grano kg/ha	Altura de Planta cm	Longitud panoja cm	Diámetro de Tallo cm	Peso de mil granos g	Área Foliar dm ²	Materia seca g/planta
Bloques	3	228823.92 No	12.83 No	52.16 No	0.0153 No	0.1037 No	8.6702 No	42.1690 *
Tratamientos	7	1186390.64 * *	124.72 No	22.66 No	0.0230 No	0.1912 *	5.0714 No	30.0331 *
E. Experimental	21	81660.44	158.57	20.61	0.0136	0.0612	5.1442	10.9005
C.V. (%)		13.1	12.7	16.4	10.8	8.2	13.1	12.2

CUADRO 22. CUADRO RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE DUNCAN_{0.05} PARA LAS DIFERENTES OBSERVACIONES EXPERIMENTALES.

Tratamiento	Rendimiento grano kg/ha	Altura de Planta Cm	Longitud panoja cm	Diámetro de Tallo cm	Peso de mil granos g	Área Foliar dm ²	Materia seca g/planta
T1	1403.8 c	103.5 a	23.0 b	1.1 a	2.8 b	15.5 a	25.5 b
T2	1823.5 b	94.2 a	26.6 ab	1.0 a	2.9 b	16.9 a	24.0 b
T3	1901.0 b	104.7 a	27.5 ab	1.2 a	2.9 b	16.5 a	26.5 b
T4	2861.8 a	105.6 a	28.9 ab	1.2 a	3.3 a	17.4 a	24.8 b
T5	2138.3 b	96.5 a	28.1 ab	1.0 a	2.9 b	17.7 a	28.9 ab
T6	2873.0 a	89.5 a	31.5 a	1.1 a	3.3 a	17.4 a	26.5 b
T7	1861.5 b	100.4 a	28.4 ab	1.0 a	2.9 b	19.1 a	32.6 a
T8	2650.3 a	98.0 a	27.8 ab	1.0 a	3.2 a	18.4 a	28.2 ab

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 23. RENDIMIENTO DE GRANO DE QUINUA

Bloques	TRATAMIENTOS								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	bloques
I	1205.0	1976.0	2232.0	3221.0	2345.0	2854.0	2164.0	2747.0	18744.0
II	1532.0	1157.0	1856.0	2715.0	1789.0	2932.0	1926.0	2932.0	16839.0
III	1105.0	2054.0	1936.0	2585.0	2063.0	2762.0	1276.0	2156.0	15937.0
IV	1773.0	2107.0	1580.0	2926.0	2356.0	2944.0	2080.0	2766.0	18532.0
Total	5615.0	7294.0	7604.0	11447.0	8553.0	11492.0	7446.0	10601.0	70052.0
Promedio	1403.8	1823.5	1901.0	2861.8	2138.3	2873.0	1861.5	2650.3	2189.1

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 24. ALTURA DE PLANTA (cm).

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	128.0	88.2	99.1	97.1	100.5	86.0	92.0	98.1	789.0
II	97.4	98.5	103.3	93.4	99.5	90.5	124.5	92.0	799.1
III	97.4	98.3	90.4	126.7	93.8	98.1	99.2	98.0	801.9
IV	91.2	91.9	126.0	105.0	92.3	83.3	86.0	104.0	779.7
Total	414.0	376.9	418.8	422.2	386.1	357.9	401.7	392.1	3169.7
Promedio	103.5	94.2	104.7	105.6	96.5	89.5	100.4	98.0	99.1

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 25. LONGITUD DE PANOJA (cm).

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	17.6	16.0	21.8	28.8	25.0	31.5	27.5	23.6	191.8
II	23.6	29.1	23.0	30.6	29.5	32.5	30.6	30.2	229.1
III	28.2	31.3	35.4	30.5	31.9	23.6	32.1	24.6	237.6
IV	22.6	30.1	29.8	25.7	25.9	38.3	23.5	32.9	228.8
Total	92.0	106.5	110.0	115.6	112.3	125.9	113.7	111.3	887.3
Promedio	23.0	26.6	27.5	28.9	28.1	31.5	28.4	27.8	27.7

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 26. DIÁMETRO DE TALLO (cm)

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	1.42	1.11	1.12	1.26	1.01	0.98	1.02	1.04	9.0
II	1.11	1.06	1.29	1.14	1.11	1.05	1.23	1.02	9.0
III	0.90	1.05	1.16	1.14	0.96	1.16	0.96	1.07	8.4
IV	1.03	0.80	1.21	1.21	1.01	1.20	0.95	0.95	8.4
Total	4.5	4.0	4.8	4.8	4.1	4.4	4.2	4.1	34.7
Promedio	1.1	1.0	1.2	1.2	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 27. PESO DE MIL GRANOS (gramos)

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	2.96	2.50	3.26	3.36	2.84	3.34	3.08	3.34	24.7
II	2.77	3.00	2.82	3.32	2.64	3.46	2.90	3.30	24.2
III	2.87	2.67	2.67	3.39	3.40	3.20	3.01	3.28	24.5
IV	2.58	3.28	2.66	2.98	2.56	3.16	2.42	3.04	22.7
Total	11.2	11.5	11.4	13.1	11.4	13.2	11.4	13.0	96.1
Promedio	2.8	2.9	2.9	3.3	2.9	3.3	2.9	3.2	3.0

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 28. ÁREA FOLIAR (dm²)

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	18.4	13.3	14.2	15.2	19.2	14.3	18.4	19.3	132.3
II	12.4	15.4	16.3	18.5	14.3	19.3	19.2	16.7	132.3
III	17.8	18.3	17.9	18.4	20.9	19.9	17.4	19.1	149.6
IV	13.3	20.5	17.6	17.3	16.2	16.3	21.4	18.7	141.3
Total	61.9	67.5	66.1	69.4	70.7	69.8	76.5	73.8	555.5
Promedio	15.5	16.9	16.5	17.4	17.7	17.4	19.1	18.4	17.4

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CUADRO 29. MATERIA SECA POR PLANTA (gramos)

Bloques	TRATAMIENTOS								Total bloques
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
I	28.4	19.5	24.2	22.9	32.2	24.4	33.7	29.4	214.7
II	22.4	21.4	26.3	18.5	24.3	29.2	35.3	26.9	204.3
III	27.8	28.5	27.9	34.4	32.9	28.7	31.5	32.1	243.7
IV	23.3	26.7	27.6	23.5	26.2	23.8	29.9	24.3	205.4
Total	101.9	96.0	106.1	99.4	115.7	106.1	130.3	112.8	868.0
Promedio	25.5	24.0	26.5	24.8	28.9	26.5	32.6	28.2	27.1

TRATAMIENTO	Kg N/ha	Kg P ₂ O ₅ /ha
T1	30	0
T2	30	50
T3	60	0
T4	60	50
T5	90	0
T6	90	50
T7	120	0
T8	120	50

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

